

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference P00037PCT	FOR FURTHER ACTION see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/FI 98/00043	International filing date (<i>day/month/year</i>) 21 January 1998	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>) 24 January 1997
Applicant Nokia Telecommunications Oy et al		

This international search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 2 sheets.

☒ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. ☐ Certain claims were found unsearchable (See Box I).
2. ☐ Unity of invention is lacking (See Box II).
3. ☐ The international application contains disclosure of a nucleotide and/or amino acid sequence listing and the international search was carried out on the basis of the sequence listing
 - ☐ filed with the international application.
 - ☐ furnished by the applicant separately from the international application,
 - ☐ but not accompanied by a statement to the effect that it did not include matter going beyond the disclosure in the international application as filed.
 - ☐ transcribed by this Authority.
4. With regard to the title, ☒ the text is approved as submitted by the applicant.
☐ the text has been established by this Authority to read as follows:
5. With regard to the abstract,
 - ☒ the text is approved as submitted by the applicant.
 - ☐ the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.
6. The figure of the drawings to be published with the abstract is:
Figure No. 8 ☒ as suggested by the applicant. ☐ None of the figures.
☐ because the applicant failed to suggest a figure.
☐ because this figure better characterizes the invention.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI 98/00043

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: H04B 7/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, JAPIO

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	EP 0802638 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 22 October 1997 (22.10.97), column 1, line 50 - column 2, line 14, figure 3 --	1
A	WO 9603813 A1 (QUALCOMM INCORPORATED), 8 February 1996 (08.02.96), abstract --	1
A	WO 9107037 A1 (QUALCOMM, INC.), 16 May 1991 (16.05.91), abstract -- -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 June 1998

Date of mailing of the international search report

02 -07- 1998

Name and mailing address of the ISA/

Swedish Patent Office
Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM
Facsimile No. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Viktor Skoog
Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

09/06/98

International application No.

PCT/FI 98/00043

Patent document cited in search report			Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP	0802638	A2	22/10/97	JP 10041885 A	13/02/98
WO	9603813	A1	08/02/96	AU 3003195 A	22/02/96
				CA 2195984 A	08/02/96
				EP 0774179 A	21/05/97
				FI 970319 A	13/03/97
				IL 114703 D	00/00/00
				JP 10503337 T	24/03/98
				US 5604730 A	18/02/97
				ZA 9505843 A	15/03/96
WO	9107037	A1	16/05/91	AT 163822 T	15/03/98
				AU 646001 B	03/02/94
				AU 6728390 A	31/05/91
				CA 2072989 A	08/05/91
				CN 1025402 B	06/07/94
				CN 1053870 A	14/08/91
				CN 1090107 A	27/07/94
				DE 69032105 D	00/00/00
				EP 0500689 A,B	02/09/92
				SE 0500689 T3	
				FI 922083 A	07/05/92
				IL 96218 A	27/02/94
				JP 4502841 T	21/05/92
				MX 172367 B	14/12/93
				US 5056109 A	08/10/91
				US 5257283 A	26/10/93
				US 5265119 A	23/11/93
				US 5267262 A	30/11/93
				US 5485486 A	16/01/96

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

PATENT AGENCY COMPATENT LTD.
Teollisuuskatu 33
P.O. Box 156
FIN-00511 Helsinki
FINLANDE

RECEIVED

28 -08- 1998

Date of mailing (day/month/year) 20 August 1998 (20.08.98)		
Applicant's or agent's file reference P00037PCT		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/FI98/00043	International filing date (day/month/year) 21 January 1998 (21.01.98)	
Applicant NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY et al		Priority date (day/month/year) 24 January 1997 (24.01.97)

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

AU, BR, CA, CN, EP, IL, JP, KP, KR, NO, PL, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

AL, AM, AP, AT, AZ, BA, BB, BG, BY, CH, CU, CZ, DE, DK, EA, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IS, KE, KG, KZ, LC, LK, LR, ES, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NZ, OA, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 20 August 1998 (20.08.98) under No. WO 98/36508

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer J. Zahra</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p>
---	---

Continuation of Form PCT/IB/308

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF
THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

Date of mailing (day/month/year) 20 August 1998 (20.08.98)	IMPORTANT NOTICE
Applicant's or agent's file reference P00037PCT	International application No. PCT/FI98/00043
<p>The applicant is hereby notified that, at the time of establishment of this Notice, the time limit under Rule 46.1 for making amendments under Article 19 has not yet expired and the International Bureau had received neither such amendments nor a declaration that the applicant does not wish to make amendments.</p>	

RECORD COPY PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

International Application No. **PCT/FI 98 / 000 43**

International Filing Date **21 JAN 1999 (21-01-1999)**

The Finnish Patent Office
PCT International Application
Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference
(if desired) (12 characters maximum) **P00037PCT**

Box No. I TITLE OF INVENTION

Power Control Method of Discontinuous Transmission

Box No. II APPLICANT

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY
Keilalahdentie 4
FIN-02150 Espoo
Finland

☐ This person is also inventor.

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

State (i.e. country) of nationality:
FI

State (i.e. country) of residence:
FI

This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☒ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

HÄMÄLÄINEN, Seppo
Saarnimäenkuja 6 B 20
FIN-02670 Espoo
Finland

This person is:

☐ applicant only

☒ applicant and inventor

☐ inventor only (if this check-box is marked, do not fill in below.)

State (i.e. country) of nationality:
FI

State (i.e. country) of residence:
FI

This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☒ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:

☒ agent ☐ common representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

PATENT AGENCY COMPATENT LTD.
Teollisuuskatu 33
P.O.Box 156
FIN-00511 Helsinki
Finland

Telephone No.

+358-9-47809411

Facsimile No.

+358-9-47801305

Teleprinter No.

☐ Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.

Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANTS AND/OR (FURTHER) INVENTORS

If none of the following sub-boxes is used, this sheet is not to be included in the request.

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

LAPPETELÄINEN, Antti
Vallikuja 4 B 12
FIN-02600 Espoo
Finland

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (i.e. country) of nationality:

FI

State (i.e. country) of residence:

FI

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (i.e. country) of nationality:

State (i.e. country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (i.e. country) of nationality:

State (i.e. country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only
☐ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (i.e. country) of nationality:

State (i.e. country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.

Box No.V DESIGNATION OF STATES

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) (mark the applicable check-boxes; at least one must be marked):

Regional Patent

- ☒ AP ARIPO Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swaziland, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☒ EA Eurasian Patent: AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ EP European Patent: AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☒ OA OAPI Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)

National Patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> AL Albania | <input checked="" type="checkbox"/> LT Lithuania |
| <input checked="" type="checkbox"/> AM Armenia | <input checked="" type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input checked="" type="checkbox"/> AT Austria | <input checked="" type="checkbox"/> LV Latvia |
| <input checked="" type="checkbox"/> AU Australia | <input checked="" type="checkbox"/> MD Republic of Moldova |
| <input checked="" type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input checked="" type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input checked="" type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input checked="" type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BB Barbados | |
| <input checked="" type="checkbox"/> BG Bulgaria | <input checked="" type="checkbox"/> MN Mongolia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BR Brazil | <input checked="" type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input checked="" type="checkbox"/> BY Belarus | <input checked="" type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada | <input checked="" type="checkbox"/> NO Norway |
| <input checked="" type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein | <input checked="" type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China | <input checked="" type="checkbox"/> PL Poland |
| <input checked="" type="checkbox"/> CU Cuba | <input checked="" type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input checked="" type="checkbox"/> CZ Czech Republic | <input checked="" type="checkbox"/> RO Romania |
| <input checked="" type="checkbox"/> DE Germany | <input checked="" type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input checked="" type="checkbox"/> DK Denmark | <input checked="" type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input checked="" type="checkbox"/> EE Estonia | <input checked="" type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input checked="" type="checkbox"/> ES Spain | <input checked="" type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input checked="" type="checkbox"/> FI Finland | <input checked="" type="checkbox"/> SI Slovenia |
| <input checked="" type="checkbox"/> GB United Kingdom | <input checked="" type="checkbox"/> SK Slovakia |
| <input checked="" type="checkbox"/> GE Georgia | <input checked="" type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input checked="" type="checkbox"/> GH Ghana | <input checked="" type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> GM Gambia | <input checked="" type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> GW Guinea-Bissau | <input checked="" type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input checked="" type="checkbox"/> HU Hungary | <input checked="" type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input checked="" type="checkbox"/> ID Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input checked="" type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input checked="" type="checkbox"/> IS Iceland | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KE Kenya | <input checked="" type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input checked="" type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | <input checked="" type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| | <input checked="" type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LR Liberia | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LS Lesotho | |

Check-boxes reserved for designating States (for the purposes of a national patent) which have become party to the PCT after issuance of this sheet:

- ☐
- ☐
- ☐

In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except the designation(s) of

The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying that designation and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)

Box No. VI PRIORITY CLAIMFurther priority claims are indicated in the Supplemental Box ☐

The priority of the following earlier application(s) is hereby claimed:

Country (in which, or for which, the application was filed)	Filing Date (day/month/year)	Application No.	Office of filing (only for regional or international application)
item (1) Finland	(24/01/97) 24 January 1997	970293	
item (2)			
item (3)			

Mark the following check-box if the certified copy of the earlier application is to be issued by the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office (a fee may be required):

☒ The receiving Office is hereby requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s): (1) Appln No. 970293**Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

Choice of International Searching Authority (ISA) (If two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used): ISA / SE

Earlier search Fill in where a search (international, international-type or other) by the International Searching Authority has already been carried out or requested and the Authority is now requested to base the international search, to the extent possible, on the results of that earlier search. Identify such search or request either by reference to the relevant application (or the translation thereof) or by reference to the search request.

Country (or regional Office): Date (day/month/year): Number:

Box No. VIII CHECK LIST

This international application contains the following number of sheets:

1. request : 4 sheets
 2. description : 10 sheets
 3. claims : 2 sheets
 4. abstract : 1 sheets
 5. drawings : 5 sheets

Total : 22 sheets

This international application is accompanied by the item(s) marked below:

1. ☒ separate signed power of attorney 5. ☒ fee calculation sheet
 2. ☒ copy of general power of attorney 6. ☐ separate indications concerning deposited microorganisms
 3. ☐ statement explaining lack of signature 7. ☐ nucleotide and/or amino acid sequence listing (diskette)
 4. ☐ priority document(s) identified in Box No. VI as item(s): 8. ☒ other (specify): Copy of an Official Action

Figure No. 8 of the drawings (if any) should accompany the abstract when it is published.

Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT

Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).

Patent Agency Compotent Ltd.

by Raili Ahokas
Patent Assistant

For receiving Office use only

1. Date of actual receipt of the purported international application: 21 JAN 1998 (21-01-1998)	2. Drawings: <input type="checkbox"/> received: <input type="checkbox"/> not received:
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:	
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):	
5. International Searching Authority specified by the applicant: ISA / SE	
6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

For International Bureau use only

Date of receipt of the record copy
by the International Bureau:

09 FEBRUARY 1998 (09.02.98)

Tehonsäätömenetelmä epäjatkuvaan lähetykseen

Tekniikan ala

5 Tämä keksintö kohdistuu järjestelmään, jossa tukiaseman ja matkaviestimen välistä lähetystehoa säädetään radioyhteyden aikana. Erityisesti keksintö koskee solukko verkoissa käytettävää menetelmää, jolla tehonsäätökomentoja lähetetään matkaviestimelle ja matkaviestimeltä tukiasemalle.

Keksinnön tausta

10 Kaikissa solukkojärjestelmissä on ainakin matkaviestimen lähetystehoa voitava säätää, jotta sen lähete saapuisi tukiasemalle riittävällä signaali/kohina-suhteella riippumatta matkaviestimen etäisyydestä tukiasemasta. Seuraavassa selostetaan tehonsäätöä käyttäen esimerkkinä CDMA-järjestelmää (Code Division Multiple Access). Kuviossa 1 on kuvattu alasuunnan CDMA-liikennekanava (Forward Traffic Channel). Se käsittää seuraavat koodikanavat: pilot-kanavan, yhden synkronointikanavan, yhdestä
15 seitsemään kutsukanavaa ja maksimissaan 61 liikennekanavaa. Maksimi on silloin kun synkronointikanavan lisäksi on vain yksi kutsukanavan. Jokainen koodikanava on ortogonaalisesti hajotettu ja sitten levitetty satunnaishinasekvenssin kvadratuuriparia käyttämällä. Tukiasemalla voidaan useita alasuunnan CDMA-liikennekanavia käyttää taajuusjakoisen multipleksoinnin tapaan. Kuvion 1 mukainen rakenne on esitetty standardiehdotuksessa Proposed CDMA PCS Standard, Joint Technical Committee (JTC), September
20 23, 1994. Tämä ehdotus tunnetaan myös nimellä IS-95. Jatkossa viitataan tämän standardin mukaiseen CDMA-järjestelmään, joskin keksintö sopii mihin tahansa järjestelmään.

Pilot-kanavalla lähetetään jatkuvasti moduloimatonta hajaspektrisignaalia, jota käytetään matkaviestimien PS (Personal Station) synkronointiin.

30 Synkronointikanavalla lähetetään hajaspektrisignaalia, joka on koodattu, lomiteltu, hajotettu ja moduloitu. Tätä signaalia matkaviestin käyttää alustavan aikasykronoinnin saavuttamiseksi. Kanavan bittinopeus on 1200 bps ja kehyksen kesto on 26,666 ms. Synkronointikanavaan ei saa sisällyttää tehonsäätökomentoja välittävää alikanavaa.

35 Kutsukanavalla lähetetään hajaspektrisignaalia, joka on koodattu, lomiteltu, hajotettu ja moduloitu. Datanopeus on 9600 tai 4800 bps ja kehyk-

sen kesto on 20 ms. Tukiasema käyttää kutsukanavaa järjestelmän informaation ja matkaviestinkohtaisten viestien siirtoon. Näitä kanavia voi yhdessä alasuunnan CDMA kanavassa olla vaihteleva määrä kuitenkin enintään 7 kappaletta.

- 5 Liikennekanavaa käytetään käyttäjän ja signalointi-informaation siirtoon matkaviestimelle PS (Personal Station). Maksimimäärä samanaikaisia alasuunnan liikennekanavia, joita yksi CDMA-liikennekanava tukee, on 63 kpl vähennettynä samalla CDMA-liikennekanavalla toimivien kutsu- ja synkronointikanavien lukumäärällä.
- 10 Itse kehysrakenne on sekä alasuunnan liikennekanavalla (Forward Traffic Channel) että yläsuunnan liikennekanavalla (Reverse Traffic Channel) samanlainen. Informaatio siirretään 20 ms pituisina kehyksinä. Tukiasema ja matkaviestin voivat lähettää informaatiota vaihtelevalla datanopeudella. Siirtonopeudet ovat nopeusasetus 1:tä (Rate Set 1) käytettäessä 9600, 4800,
- 15 2400 ja 1200 bps ja vastaavat kehyksen bittimäärät eri nopeuksilla ovat 192, 96, 48 ja 24 bittiä. Nopeusasetus 2:ta käytettäessä ovat siirtonopeudet 14400, 7200, 3600, ja 1800 bps ja vastaavat kehyksen bittimäärät ovat 288, 144, 72 ja 36 bittiä. Kehyksen bitit muodostuvat informaatiobiteistä, kehyksen laatuindikaattori-biteistä sekä enkooderin häntäbiteistä. Olennaista on,
- 20 että molemmissa suunnissa on liikennekehyksen rakenne erilainen eri siirtonopeuksilla, joten tunnistettaessa kehysrakenne tiedetään myös siirtonopeus.

- Sellaiset modulaatiosymbolit, jotka siirretään pienemmällä datanopeudella, lähetetään myös pienemmällä energialla, mutta vaikka datanopeus vaihtelee kehys kehykseltä, pidetään symbolin modulaationopeus vakiona. Kun merkitään E_s energiaa symbolia kohti ja E_b energiaa informaatiobittiä kohti, pätee seuraava ehdotetun standardin mukainen taulukko 1:
- 25

Datanopeus	Energia modulaatiosymbolia kohti
9600	$E_s = E_b/2$
4800	$E_s = E_b/4$
2400	$E_s = E_b/8$
1200	$E_s = E_b/16$
14400	$E_s = E_b/4$
7200	$E_s = E_b/8$
3600	$E_s = E_b/16$
1800	$E_s = E_b/32$

Taulukko 1

Jokaiseen alasuunnan liikennekanavaan sisältyy tehonsäätöalikanava, jolla siirretään matkaviestimelle yhteyden aikana tehonsäätökomentoja, joille vasteena matkaviestin muuttaa lähetystehoaan. Tehonsäätökanavaa on kuvattu spesifikaatioehdotuksen kohdassa 3.1.3.1.8.

- 5 Tukiasema laskee vastaanottamastaan matkaviestinsignaalista signaalitehon aina 1,25 ms välein, joka aika vastaa 16 modulaatiosymbolia. Signaalitehon perusteella tukiasema komentaa matkaviestintä nostamaan tai laskemaan lähetystehoa. Siten muodostuu suuri tehonsäätösilmukka, joka käsittää matkaviestimen, tukiaseman ja niiden välisen kaksisuuntaisen radio-
- 10 kanavan. Tukiasema voi säätää myös omaa lähetystehoaan matkaviestimeltä vastaanottamiensa tehonmittausraporttien perusteella. Matkaviestin nimitäin tilastoi jatkuvasti kehysvirheitä ja lähettää tehonmittausraportin säännöllisesti tai tietyn kynnsarvon ylittyessä.

- Tehonsäätöalikanava muodostuu siten, että normaalin liikenne-
- 15 kanavan bittien seassa lähetetään jatkuvasti tehonsäätöbittejä. Tehonsäätöbitit toistuvat jaksottaisesti 1,25 ms välein. Tällöin tehonsäätökanavan bittinopeus on 800 bps. Bitti 0 merkitsee, että matkaviestimen on nostettava lähetystehoaan ja vastaavasti bitti 1 merkitsee komentoa alentaa lähetystehoa. Bitit sijoitetaan kehykseen siten, että valmiista liikennekehyksestä, joka on
- 20 modulaatiosymboleista muodostuva konvoluutiokoodattu ja lomiteltu kehys, poistetaan säännöllisin välein kaksi peräkkäistä modulaatiosymbolia ja ne korvataan tehonsäätöbitillä. Yhden tehonsäätöbitin ajallinen leveys on siten 104,166 μ s. Menettely on alalla yleisesti tunnettu ja sitä nimitetään symbolipunktioksi (symbol puncturing). Punktiokuvio osoittaa mitkä symbolit kehyksestä poistetaan ja korvataan tehonsäätöbiteillä. Tehonsäätöbitti lähetetään
- 25 energialla E_b .

- Vastaanotettuaan tehonsäätöbitin matkaviestin nostaa tai laskee lähetystehoaan bitin osoittamaan suuntaan. Tehonsäätöbitti katsotaan oikeaksi mikäli se on vastaanotettu 1.25 ms aikavälissä joka on toinen aikaväli
- 30 laskettuna aikavälistä, jossa matkaviestin on lähettänyt. Tehotason muutos on pieni porras ja standardissa on määritelty, että yksi bitti muuttaa tehota-soa 1 dB. Siten suuri tehotason muutos edellyttää useiden tehonsäätöbittien lähetystä.

- Kuten FDD/TDMA-järjestelmissäkin käytetään myös CDMA-
- 35 järjestelmissä epäjatkovaa lähetystä DTX (Discontinuous Transmission). Laajemmin käsitettynä DTX sisältää myös epäsymmetrisen tapauksen, jossa

informaatio siirretään vain toiseen suuntaan ja vastakkaisessa suunnassa siirretään kuittauksia. Tällainen tilanne on esimerkiksi internet-yhteys. Vastaanottavalle osapuolelle lähetetään tehonsäätökomentoja normaalilla taajuudella huolimatta siitä, että osapuoli lähettää informaatiota vain harvakseltaan.

DTX-tilaan voidaan siirtyä eri tavoilla. Ensinnäkin matkaviestimen havaitessa, että sen tarvitsema tiedonsiirtonopeus pienenee se lähettää ensin tukiasemalle tiedon seuraavassa radiokehyksessä käytettävästä tiedonsiirtonopeudesta ja käyttää sitten seuraavasta kehyksestä eteenpäin ilmoittamaansa nopeutta. Toiseksi matkaviestin voi yhteyden aikana muita mutkitta vaihtaa siirtonopeutta. Tukiasema saa tietää siirtonopeuden kehysrakenteen perusteella, koska kuten aiemmin on sanottu, tunnistettaessa kehysrakenne tiedetään myös käytetty siirtonopeus, sillä eri siirtonopeuksilla on erilainen kehysrakenne.

Ongelmana edellä esitetyssä ja myös muissa tunnetuissa CDMA-järjestelmissä on, että yksi tai useampi tehonsäätökomennot lähetetään aina samalla vakiotaajuudella ja energialla. Tehonsäätö on nopea, jotta lähetysteho seuraisi mahdollisimman nopeasti radiotien muutoksia. Lisäksi tehonsäätökomentoja lähetetään sekä ylä- että alasuunnassa samalla taajuudella, eikä tehonsäätöön siten vaikuta käytettävä siirtonopeus, tiedonsiirron epäsymmetrisyys eikä se, onko jompikumpi osapuoli DTX tilassa. Tuloksena on, että DTX-tilassa sekä alennettua tiedonsiirtonopeutta käytettäessä käytetään tehonsäätö suhteettoman suuren osan radiolinkin kapasiteetista.

Tämän keksinnön tavoitteena on siten tehonsäätömenetelmä, joka mukautuu tiedonsiirtotilanteen mukaan vapauttaen DTX-tilassa ja alennetulla tiedonsiirtonopeudella radiolinkin kapasiteettia muuhun käyttöön.

Tavoite saavutetaan itsenäisessä patenttivaatimuksessa määritellyllä menetelmällä.

30 **Keksinnön lyhyt yhteenveto**

Ehdotetun menetelmän mukaisesti muutetaan tehonsäätökanavalla lähetettävien tehonsäätökomentojen taajuutta liikenteen mukaisesti. Kun liikenne muuttuu ainakin toisessa suunnassa hitaammaksi DTX tilan, hitaamman siirtonopeuden, epäsymmetrisen tiedonsiirron tai jonkin muun syyn johdosta, alennetaan tehonsäätökomentojen taajuutta. Sekä tukiasema että matkaviestin voivat alentaa lähettämiensä komentojen taajuutta. Voidaan

menetellä myös siten, että osapuolelle, jonka tiedonsiirron lähetystarve on vähäinen tai joka ei lähetä lainkaan, lähetetään tehonsäätökomentoja harvakseltaan kun taas tämä sama osapuoli itse lähettää tehonsäätökomentoja joko normaalitaajuudella, jos se vastaanottaa informaatiota suurella nopeudella, tai alennetulla taajuudella, jos vastaanottonopeus (vastapuolen lähetysnopeus) on alentunut.

Vaihtoehtona tehonsäätökomentojen taajuuden muuttamiseen on muuttaa tehonsäätöbittien energiaa. Mikäli halutaan pitää vastaanotettujen tehonsäätöbittien bittivirhesuhde vakiona, on pidennettävä tehonsäätöbitin kestoa, koska vastaanottimen on kerättävä energiaa pitemmältä ajalta kyttäkseen luotettavasti ilmaisemaan bitin. Mikäli vastaanotossa sallitaan bittivirhesuhteen nousu, voidaan tehonsäätöbitin kesto pitää vakiona vaikka sen energiaa vähennetään. Jälkimmäisen tapauksen etu on se, ettei vastaanottimeen tarvitse tehdä mitään muutoksia.

Mikäli järjestelmä on aikajakoinen ja siinä käytetään useampibittistä taajuudensäätökomentoa, voidaan taajuuden muuttamisen lisäksi tai vaihtoehtoisesti sille lyhentää komentosanan pituutta.

Koska alennettu tehonsäätö ei seuraa muuttuvia olosuhteita niin nopeasti kuin nopea tehonsäätö, se saattaa aiheuttaa virhettä ohjattavan lähettimen lähetystehossa. Siksi hitaamman tehonsäädön aiheuttamaa virhettä voidaan kompensoida kasvattamalla tehonsäädön askelkokoa suuremmaksi kuin nopean tehonsäädön askelkoko.

Kuvioluettelo

Keksintöä selostetaan yksityiskohtaisemmin oheisten kaaviollisten piirustusten avulla, joissa

- kuvio 1 esittää erään CDMA-järjestelmän radiokanavia,
- kuvio 2 havainnollistaa tunnettua tehonsäätöä ,
- 30 kuvio 3 kuvaa tehonsäätöä yläsuunnan linkin ollessa DTX tilassa,
- kuvio 4 kuvaa tehonsäätöä alasuunnan linkin ollessa DTX tilassa,
- kuvio 5 esittää tehonsäätöä epäsymmetrisessä siirrossa,
- kuviot 6a-6b kuvaavat lähetysenergiaa ajan funktiona eri tapauksissa,
- kuvio 7 on lohkoakaavio eräästä mahdollisesta toteutuksesta ja
- 35 kuvio 8 on lohkoakaavio toteutuksesta.

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

Kuvio 2 esittää matkaviestimen PS ja tukiaseman BTS (Base Transceiver Station) välistä liikenneyhteyttä CDMA-järjestelmässä. Tiedon-
siirto on tässä tehonsäätökomentojen suhteen tunnetun tekniikan mukainen,
5 joten alasuunnan radiolinkissä (forward channel) tukiasema lähettää tehonsäätökomentoja vakiotaajuudella informaatiobittivirran seassa. Informaatiota on havainnollisuuden vuoksi kuvattu tässä suurilla nuolilla ja tehonsäätökomentoja pienillä nuolilla. Vastaavasti yläsuunnan radiolinkissä (reverse channel) matkaviestin PS lähettää tehonsäätökomentoja informaatiobittivirran seassa vakiotaajuudella. Aiemmin esitetyn mukaisesti tunnetuissa järjestelmissä lähetetään tehonsäätökomentoja sekä ylä- että alalinkissä vakiotaajuudella riippumatta informaation siirtonopeudesta tai siitä lähetetäänkö informaatiota lainkaan. Ehdotetussa menetelmässä sen sijaan sille osapuolelle lähetettävien tehonsäätökomentojen taajuutta pienennetään, jonka lähetystarve on vähäinen tai joka ei lähetä lainkaan.

Kuvio 3 esittää tapausta, jossa tukiasema BTS lähettää informaatiota matkaviestimelle mutta matkaviestin ei lähetä mitään informaatiota tukiasemalle. Tällöin yläsuunnan kanava on DTX-tilassa. Tällöin sen informaationopeus on vähäinen ja linkin lähetystehovaatimus ja vastaavasti vastaanottoteho on pieni. Tällainen tilanne on hyvin tavallinen silloin, kun matkaviestin on internet-yhteydessä, jolloin pääasiallinen informaatiovuoto kulkee verkosta matkaviestimeen. Koska ylälinkissä lähetettävä informaatio on vähäistä matkaviestimen lähettäessä vain ajoittain ylempien kerrosten kuittauksia tms., ei matkaviestimen lähetystehon nopea säätö ole tarpeen. Sen vuoksi alennetaan keksinnön mukaisesti alalinkissä matkaviestimelle lähetettävien tehonsäätökomentojen taajuutta. Kuviossa on tätä havainnollistettu siten, että joka toinen tehonsäätökomento on jätetty pois, jolloin poisjätettyjä komentoja kuvaavat katkoviivoitetut pienet nuolet. Yläsuunnan kanavalla sen sijaan on lähetettävä tehonsäätökomentoja taajasti esim. järjestelmän normaalitytaajuudella, koska matkaviestimen on ohjattava paljon informaatiota lähetettävän tukiaseman lähetystä.

Kuvio 4 esittää tapausta, jossa matkaviestin lähettää informaatiota tukiasemalle BTS mutta tukiasema ei lähetä mitään informaatiota matkaviestimelle. Tällöin alasuunnan kanava on DTX-tilassa. Tällainen tilanne on hyvin tavallinen silloin, kun matkaviestin lähettää telefaxia tai tiedostoja verkkoon päin. Nyt alennetaan keksinnön mukaisesti ylälinkissä tukiasemalle lähetet-

tävien tehonsäätökomentojen taajuutta. Kuviossa on tätä havainnollistettu siten, että joka toinen tehonsäätökomento on jätetty pois, jolloin poisjätettyjä komentoja kuvaavat katkoviivoitetut pienet nuolet. Alasuunnan kanavalla sen sijaan lähetetään tehonsäätökomentoja taajasti esim. järjestelmän normaallitaajuudella, koska tukiaseman on ohjattava paljon informaatiota lähettävän matkaviestimen lähetystä.

Edellä havainnollistetut tapaukset koskevat sitä, että yläsuunnan tai alasuunnan kanava on DTX-tilassa. Yhtä hyvin menetelmä sopii käytettäväksi tapauksessa, jossa tiedonsiirto on siten epäsymmetristä, että siirtoa on molemmissa suunnissa mutta nopeus on toisessa suunnassa suurempi kuin toisessa. Tällöin myös tehonsäätökomentojen lähetystaajuus on suurempi siinä linkissä, joka siirretään vähemmän informaatiota. Tämän tyypistä tapausta havainnollistaa kuvio 5. Siinä yläsuuntaan lähetetään vähemmän informaatiota kuin alasuuntaan, joten yläsuunnassa lähetetään taajemmin tehonsäätökomentoja kuin alasuunnassa.

Menetelmä sopii hyvin käytettäväksi myös tiedonsiirrossa, jossa siirtonopeus toisessa tai molemmissa suunnissa muuttuu yhteyden aikana. Tällöin toisessa suunnassa lähetettävien tehonsäätökomentojen lähetystaajuutta säädetään verrannollisena tiedonsiirtonopeuden muutokseen vastakaisessa suunnassa.

Edellä on kuvattu tapauksia, joissa radiokanavan resurssia vapautetaan pienentämällä tehonsäätökomentojen lähetystaajuutta. Samaan tulokseen päästään myös vaihtoehtoisilla tavoilla.

Eräs vaihtoehto on lyhentää komentosanan pituutta sellaisissa järjestelmissä, joissa komentosana on useampibittinen. Tällaiset järjestelmät ovat aika- ja/tai taajuusjakoisia järjestelmiä.

Toinen vaihtoehto on säätää yksittäisen tehonsäätöbitin energiaa. Siirryttäessä esimerkiksi toisessa suunnassa DTX-tilaan pudotetaan vastakaisessa suunnassa lähetettävien tehonsäätöbittien energiaa. Mikäli halutaan pitää vastaanotettujen tehonsäätöbittien bittivirhesuhde vakiona, on pidennettävä tehonsäätöbitin kestoja, koska vastaanottimen on kerättävä energiaa pitemmältä ajalta kyetäkseen luotettavasti ilmaisemaan bitin. Bitin kestoja pidennetään lähettämällä se useammassa osassa. Tämän vaihtoehto on erityisen edullinen standardiehdotuksen Proposed CDMA PCS Standard, Joint Technical Committee (JTC) mukaisessa järjestelmässä, sillä lähettimeen ei tarvitse tehdä mitään muutoksia vaan tarvittavat muutokset rajoittuvat tehon-

säätöalgoritmiin. Mikäli vastaanotossa sallitaan bittivirhesuhteen nousu, voidaan tehonsäätöbitin kesto pitää vakiona vaikka sen energiaa vähennetään. Tämän tapauksen etu on se, ettei vastaanottoon tarvitse tehdä mitään muutoksia.

5 Kuvioissa 6a-6c on vielä havainnollistettu ehdotetun menetelmän toteutustapoja. Niissä havainnollistetaan lähetyksen energiaa ajan funktiona. Kuvio 6a esittää tekniikan tason mukaista menetelmää, jossa tehonsäätökomentoja lähetetään vakiotaaajuudella informaatiovirrassa ja samalla energi-
alla E_b , jolla informaatio-symbolitkin lähetetään.

10 Kuvio 6b esittää keksinnön mukaisen menetelmän suoritusmuotoa, jossa tehonsäätökomentojen lähetystaajuutta on pienennetty mutta niiden lähetyksen energia E_b on sama kuin informaatio-
symbolienkin.

Kuvio 6c esittää suoritusmuotoa, jossa tehonsäätöbitin energiaa on pienennetty pienemmäksi kuin informaatio-symbolien lähetyksen energia E_b .
15 Tällöin tehonsäätöbitin kesto pidennetään lähettämällä bitti, esim. bitti a, kahdessa osassa. Tällöin yhtä tehonsäätöbittiä vastaanotetaan pidempi aika, joten vastaanotin kykenee siten luotettavasti ilmaisemaan tehonsäätöbitin.

Kuvio 7 esittää lohko-kaaviona eräitä mahdollisia tapahtumia matkaviestimessä PS sekä tukiasemalla BTS. Oletetaan, että aluksi PS ja BTS
20 ovat liikenneyhteydessä käyttäen normaalia ts. nopeaa tehonsäätöä. Kun matkaviestin PS havaitsee, että sen tarvitsema tiedonsiirtonopeus alenee, vaihe 711, se sijoittaa liikennekehykseen tiedon haluamastaan pienemmästä tiedonsiirtonopeudesta ja lähettää kehyksen radiorajapinnan yli tukiasemalle BTS, vaihe 712. Tieto voi koskea esim. vain matkaviestimen lähetystä ts.
25 yläsuuntaa, vastaanottoa ts. radiolinkin alasuuntaa tai tieto voi koskea molempia suuntia. Niinpä tieto voi ilmoittaa, että yläsuunnassa ei toistaiseksi lähetetä mitään, jolloin matkaviestin on tässä suunnassa DTX-tilassa.

Tukiasema erottaa vastaanottamastaan kehyksestä uuden siirtonopeuden tiedon, vaihe 713, ja muuttaa tehonsäätöprosessiaan muuttunutta
30 siirtonopeutta vastaavaksi, vaihe 714. Yläsuunnan DTX-tilan tapauksessa se lähettäisi tehonsäätökomentoja harvakseltaan, alennetulla energialla tai lyhentäisi komentosanan pituutta. Matkaviestin on tätä ennen sovittanut oman tehonsäätönsä muuttuneen tiedonsiirtonopeuden mukaiseksi, joten se osaa poimia vastaanottamastaan kehyksistä tehonsäätökomennot oikein. Samoin
35 se osaa lähettää tehonsäätökomentoja tukiasemalle tukiaseman lähetyksenopeuteen sopivalla keksinnön mukaisella tavalla.

Tiedonsiirtonopeus voi pysyä samana yhteyden loppuun tai sitä voidaan muuttaa uudelleen, vaihe 716. Jälkimmäisessä tapauksessa palataan vaiheeseen 711 ja edetään siitä edellä kuvatulla tavalla. Voidaan siten siirtyä käyttämään taas normaalia tiedonsiirtonopeutta tai muuta alennettua nopeutta tai purkaa yhteys. Yhteyden purkamisessa mahdollisesti tarvittavaa PS:n ja BTS:n välistä signalointia on kuvattu katkoviivalla.

Kuvio 8 esittää pääpiirteissään samaa kuin kuvio 7 mutta erityisesti sovitettuna IS-95 standardiehdotuksen mukaiseen järjestelmään. Erona on se, että koska tämän standardin mukaisesti liikennekehityksen rakenne on erilainen eri siirtonopeuksilla, ei matkaviestimen tarvitse erikseen ilmoittaa muuttunutta siirtonopeutta. Se alkaa muita mutkitta käyttämään uuden siirtonopeuden mukaista kehysrakennetta, vaihe 812. Tukiaseman tunnistaa vastaanottamastaan kehysrakenteesta uuden siirtonopeuden, vaihe 813, ja muuttaa tehonsäätönsä keksinnön mukaiseksi, vaihe 714. Matkaviestin on myös muuttanut oman tehonsäätönsä, vaihe 714, joten liikennöinti voi jatkua keksinnön mukaista menetelmää käyttäen. Yhteyden aikana voidaan muuttaa uudelleen tehonsäätöä tai jatkaa yhteyden purkamiseen asti tällä muutetulla tehonsäädöllä kuten kuvion 7 yhteydessä selostettiin.

Kuvioiden 7 ja 8 yhteydessä on esitetty, että matkaviestin on muutoksen alkuunpanija mutta yhtälailla tukiasema voi olla alkuunpanija ja ilmoittaa matkaviestimelle uudet nopeudet, jolloin molemmat muuttavat tehonsäätöalgoritminsa muuttunutta tilaa vastaavaksi. On myös mahdollista, että matkaviestin ja verkko neuvottelevat ennen liikennöinnin alkua tai sen aikana sopivat nopeudet ja tulokseen päästyään asettavat tehonsäätöalgoritmit sen mukaiseksi.

Kun ehdotetun menetelmän mukaisesti lasketaan tehonsäätökomentojen taajuutta tai niiden energiaa, kasvaa yhteyden E_p/N_0 vaatimus (vastaanotetun signaalin energia/kohinan energia) verrattuna siihen, jos tehonsäätökomentoja lähettäisiin suurella taajuudella. Tämä johtuu siitä, että hitaampi tehonsäätö ei pysty seuraamaan kaikkia signaalin vaihteluita. E_p/N_0 -vaatimuksen kasvu on kuitenkin hyvin pieni ja järjestelmä voidaan mitoittaa siten, että em. kasvusta huolimatta saavutetaan kokonaishyötyä. Lisäksi on huomattava, että koska DTX-yhteyden vaatima vastaanottoteho on merkittävästi pienempi kuin aktiivisten käyttäjien vastaanottoteho, eivät pienet, hitaammasta tehonsäädöstä aiheutuvat virheet ole merkittäviä. Virheitä voi-

daan sitä paitsi kompensoida kasvattamalla tehonsäätökomennon aiheuttama lähettimen tehoportaan muutosta.

5 Ehdotettu menetelmä voidaan patenttivaatimusten määritteissä pysyen toteuttaa monilla tavoilla. On esimerkiksi mahdollista, että vain tukiasema muuttaa tehonsäädön taajuutta tai lähettämiensä tehonsäätöbittien energiaa matkaviestimen toimiessa aina samalla tavalla. Tällöin keksinnön toteutus on helppo tehdä IS-95 järjestelmässä. Osa matkaviestimistä voi olla varustettu keksinnön mukaisin ominaisuuksin ja ne, joilla on spesifikaation mukainen nopea tehonsäätö, toimivat normaaliin tapaan vaikka tehonsäätö-
10 komentoja tuleekin alhaisemmalla taajuudella. Matkaviestimet vain toteavat, että esim. joka toinen tehonsäätökomento jää tulematta.

Joissakin tapauksissa tehonsäätötaajuutta tai tehonsäätöbittien energiaa voidaan muuttaa kääntäen verrannollisena vastakkaisen siirtosuunnan kuormaan. Esimerkiksi jos jollakin hetkellä pääasiallinen liikennöinti
15 tapahtuu alasuuntaan ts. tukiasemalta matkaviestimille ja liikennettä on vain vähän yläsuuntaan, voidaan yläsuunnan tehonsäätötaajuus pitää pienenä. Tilanne on tällainen esim. jos viisi matkaviestintä vastaanottaa samaan aikaan informaatiota verkosta ja vain yksi lähettää verkkoon päin.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä digitaalisella radioyhteydellä käytettävän lähetystehon säätämiseksi järjestelmässä, jossa radioyhteyden osapuolina ovat tukiasema ja matkaviestin, joiden välisen liikennöinnin aikana kumpi tahansa
5 osapuoli voi lähettää tehonsäätöohjauksen, joka muuttaa vastapuolen lähetysteho-

t u n n e t t u siitä, että

ensimmäisen osapuolen lähetysnopeuden muuttuessa se ilmoittaa toiselle osapuolelle uudesta nopeudesta,

10 vasteena ilmoitukselle toinen osapuoli muuttaa ensimmäiselle osapuolelle lähetettävää tehonsäätöohjausta uutta nopeutta vastaavaksi,

ensimmäinen osapuoli muuttaa oman tehonsäätöohjauksen vastaanottoa uutta nopeutta vastaavaksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
15 että toisen osapuolen siirtonopeuden muuttuessa:

ensimmäinen osapuoli muuttaa toiselle osapuolelle lähetettävää tehonsäätöohjausta,

toinen osapuoli muuttaa oman tehonsäätöohjauksen vastaanottoa.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
20 että tehonsäätöohjaus muodostuu tehonsäätökomennoista ja ensimmäisen osapuolen lähetysnopeuden muuttuessa pienemmäksi toinen osapuoli muuttaa ensimmäiselle osapuolelle lähetettävien tehonsäätökomentojen taajuutta alemmaksi ja vastaavasti lähetysnopeuden muuttuessa suuremmaksi toinen osapuoli muuttaa tehonsäätökomentojen taajuutta suuremmaksi.
25 si.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehonsäätöohjaus muodostuu useampibittisistä tehonsäätökomennoista ja ensimmäisen osapuolen lähetysnopeuden muuttuessa alemmaksi toinen osapuoli lyhentää tehonsäätökomentojen pituutta ja vastaavasti lähetysnopeuden muuttuessa suuremmaksi toinen osapuoli pidentää tehonsäätökomentojen pituutta.
30

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehonsäätöohjaus muodostuu tehonsäätökomennoista ja ensimmäisen osapuolen lähetysnopeuden muuttuessa alemmaksi toinen osapuoli muuttaa
35 ensimmäiselle osapuolelle lähetettävien tehonsäätökomentojen energiaa alemmaksi ja vastaavasti ensimmäisen osapuolen lähetysnopeuden muuttu-

essa suuremmaksi toinen osapuoli muuttaa tehonsäätökomentojen energiaa suuremmaksi.

5 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen osapuolen lähetysnopeuden muutos ilmoitetaan lähetyskehyksen tähän tarkoitukseen varatussa kentässä.

10 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sellaisessa järjestelmässä, jossa kutakin siirtonopeutta vastaa yksilöllinen lähetyskehys, ilmoitetaan ensimmäisen osapuolen lähetysnopeuden muutos muuttamalla lähetyskehyksen rakenne suoraan uutta siirtonopeutta vastaavaksi.

8. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehonsäätöohjauksella on nopea tila ja hidas tila, joista hidasta tilaa käytetään ohjattavan osapuolen lähetyksen ollessa DTX-tilassa.

15 9. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehonsäätöohjauksella on useita tiloja, jolloin osapuolen lähetysnopeuden muuttuessa vastakkainen osapuoli lähettää tehonsäätöohjauksen yhdellä näistä tiloista.

20 10. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehonsäätöohjauksen muuttuessa muutetaan myös lähettimen tehonsäätöaskeleen suuruutta.

11. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehonsäätöohjausta yhdessä suunnassa muutetaan kääntäen verrannollisena vastakkaisen siirtosuunnan kuormaan.

(57) Tiivistelmä

Ehdotetun menetelmän mukaisesti muutetaan tehonsäätökanavalla lähetettävien tehonsäätökomentojen taajuutta liikenteen mukaisesti. Kun liikenne muuttuu ainakin toisessa suunnassa hitaammaksi DTX tilan, hitaamman siirtonopeuden, epäsymmetrisen tiedonsiirron tai jonkin muun syyn johdosta, alennetaan tehonsäätökomentojen taajuutta. Sekä tukiasema että matkaviestin voivat alentaa lähettämiensä komentojen taajuutta. Vaihtoehtona tehonsäätökomentojen taajuuden muuttamiseen on muuttaa tehonsäätöbittien energiaa. Tällöin on pidennettävä tehonsäätöbitin kestoja, jos halutaan bittivirhesuhteen pysyvän vakiona. Mikäli järjestelmä on taajuus- ja/tai aikajakoinen ja siinä käytetään useampibittistä taajuudensäätökomentoa, voidaan taajuuden muuttamisen lisäksi tai vaihtoehtoisesti sille lyhentää komentosanan pituutta. Tehonsäätöalgoritmia voidaan muuttaa useaan kertaan liikenneyhteyden aikana.

(fig.8)

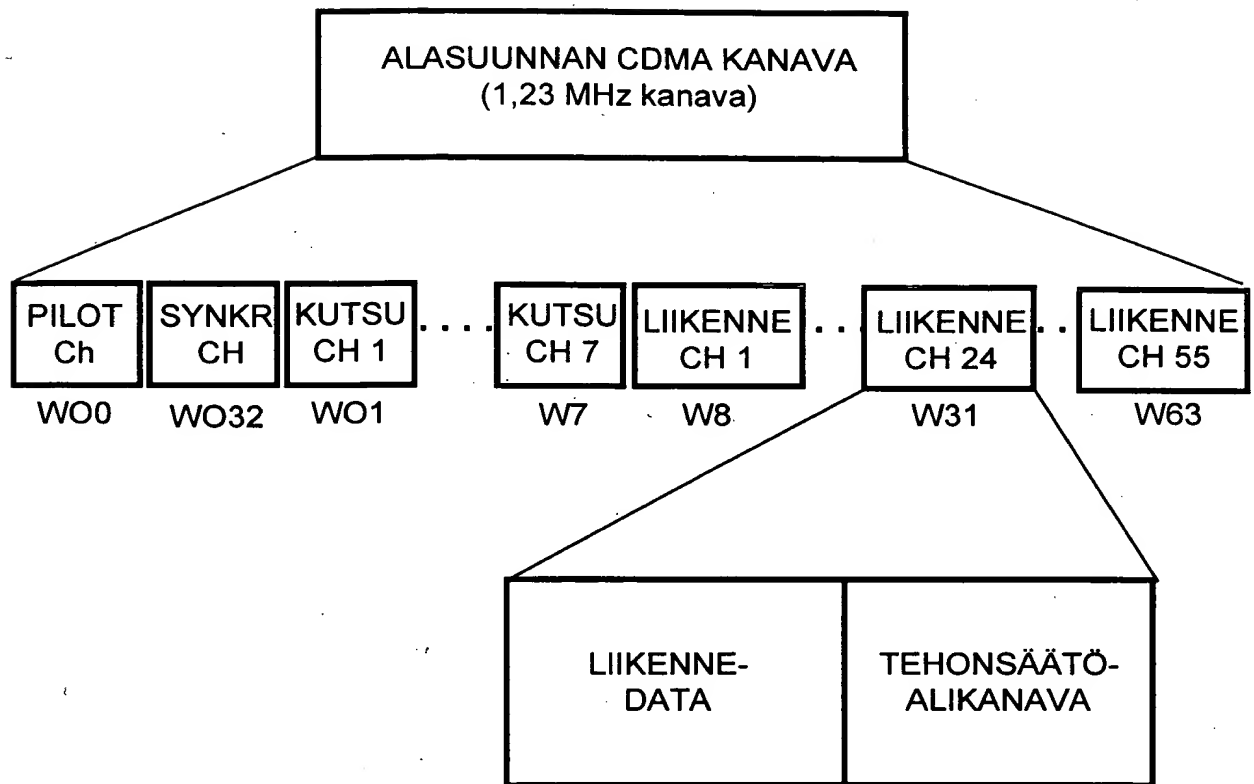


Fig. 1

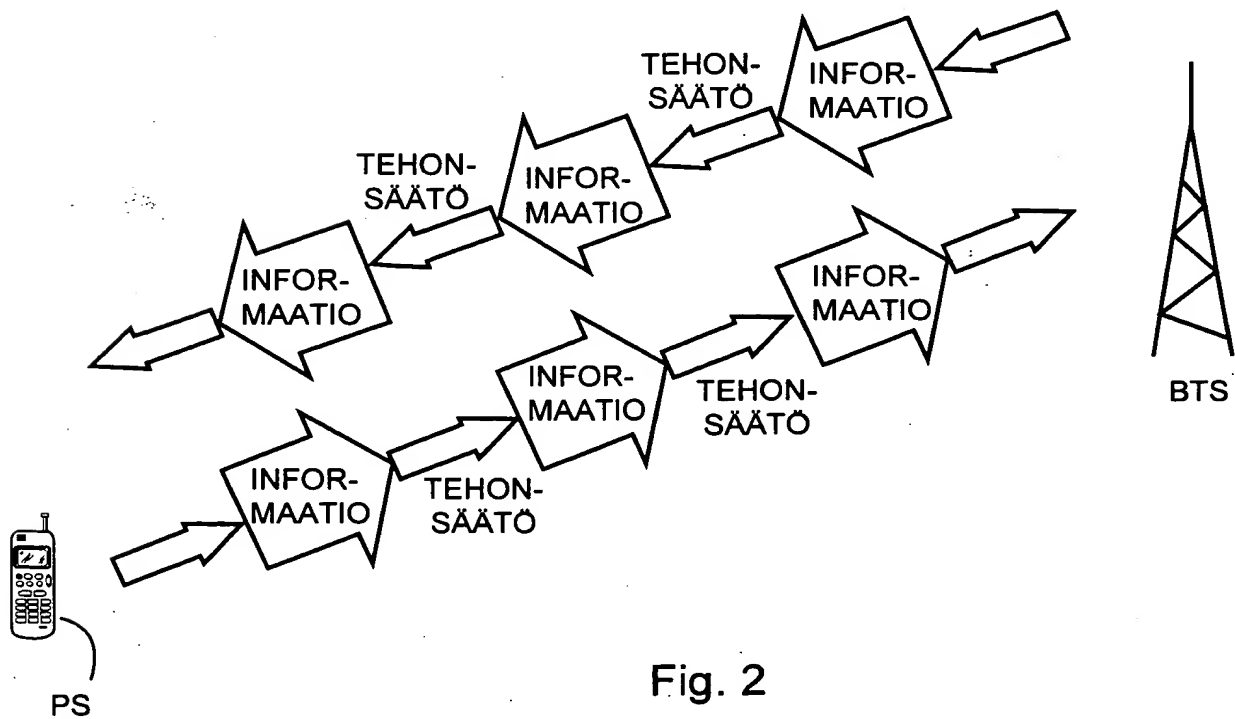


Fig. 2

2/5

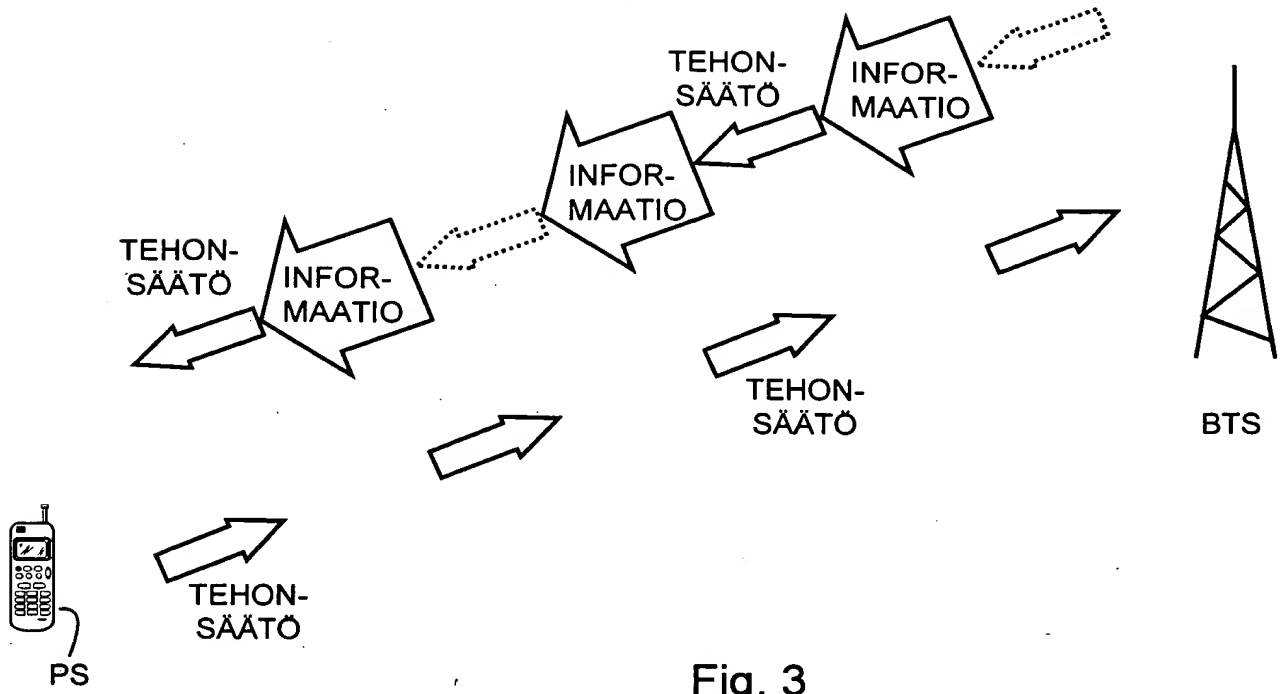


Fig. 3

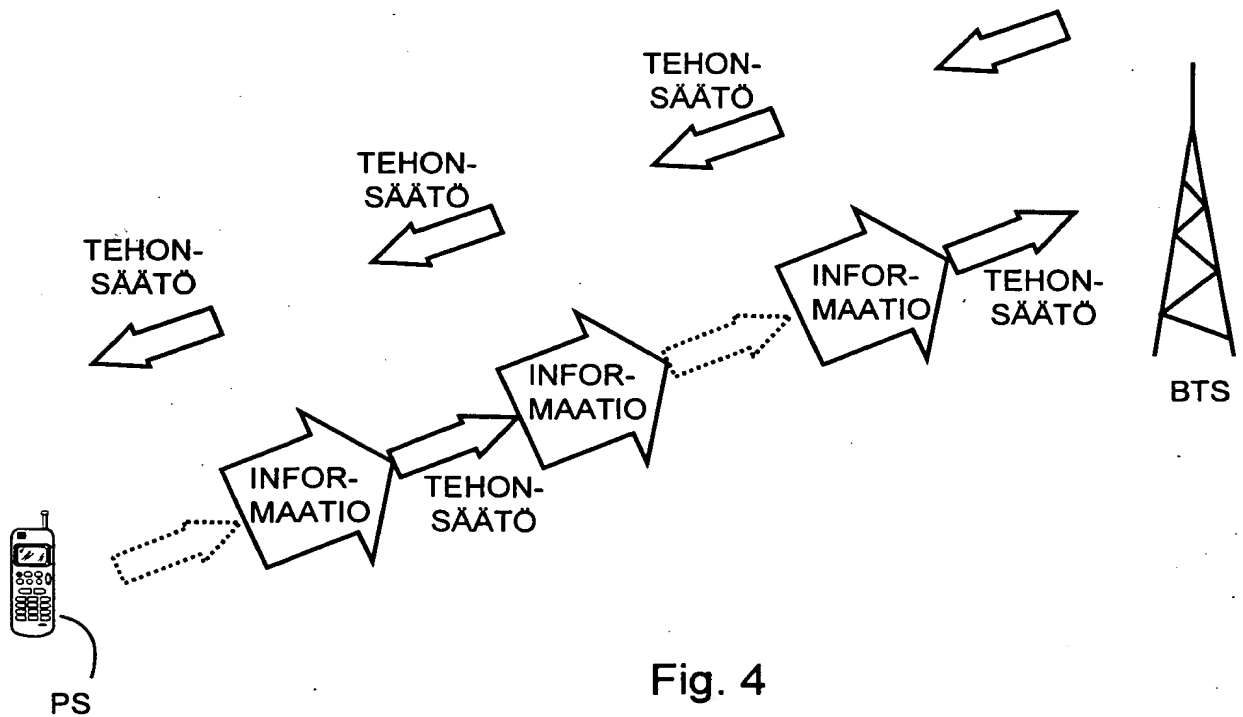


Fig. 4

3/5

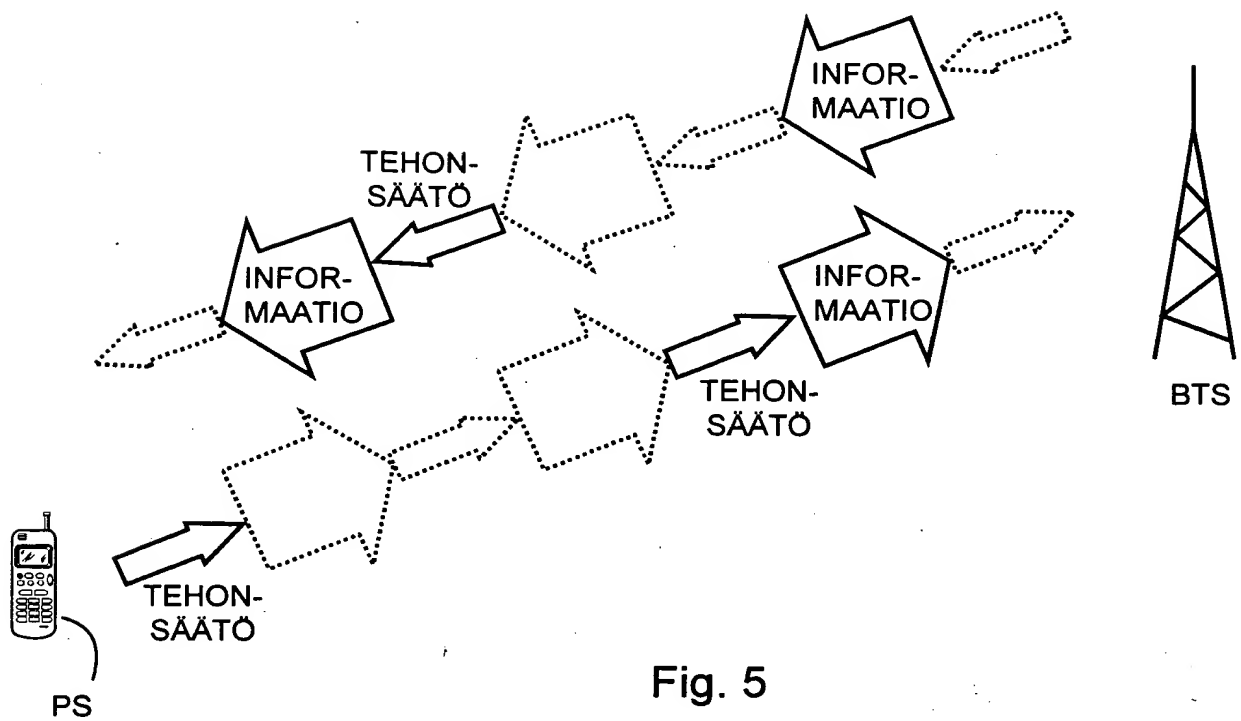


Fig. 5

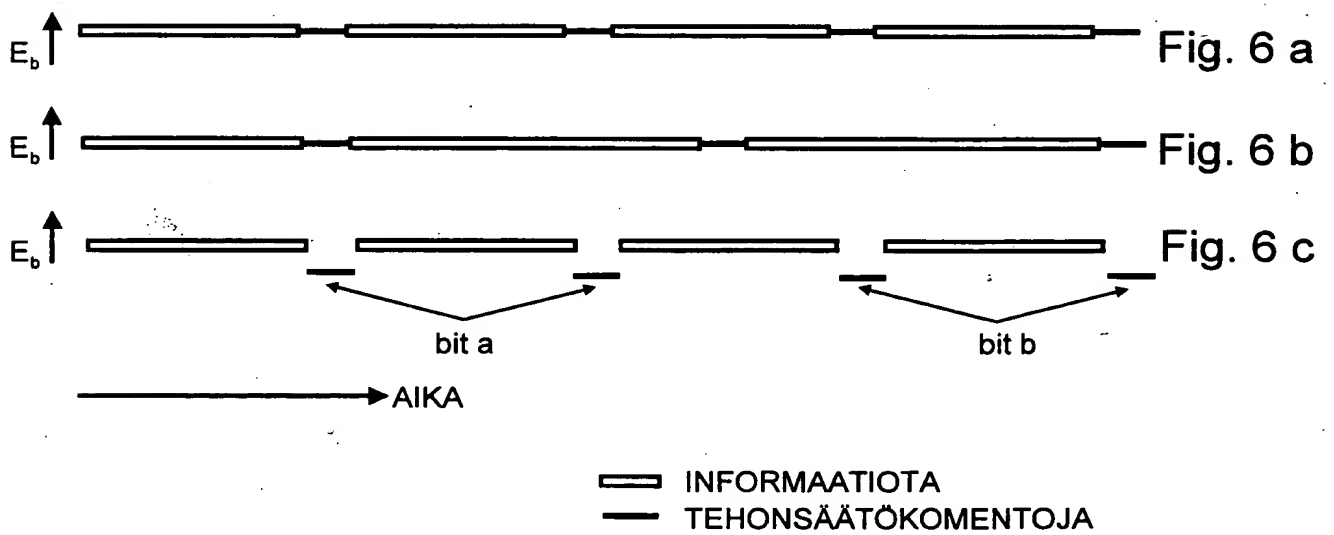


Fig. 6

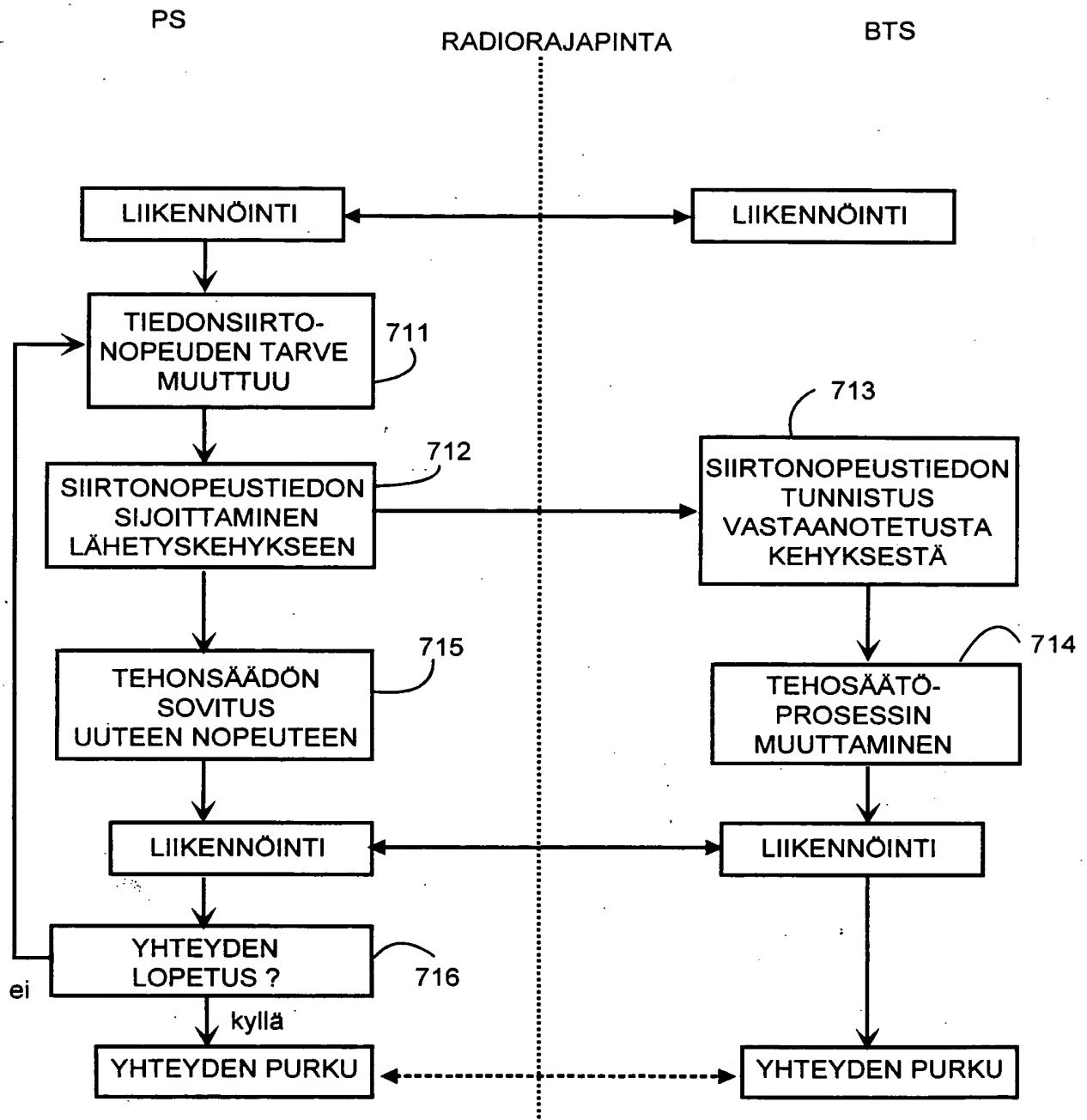


Fig. 7

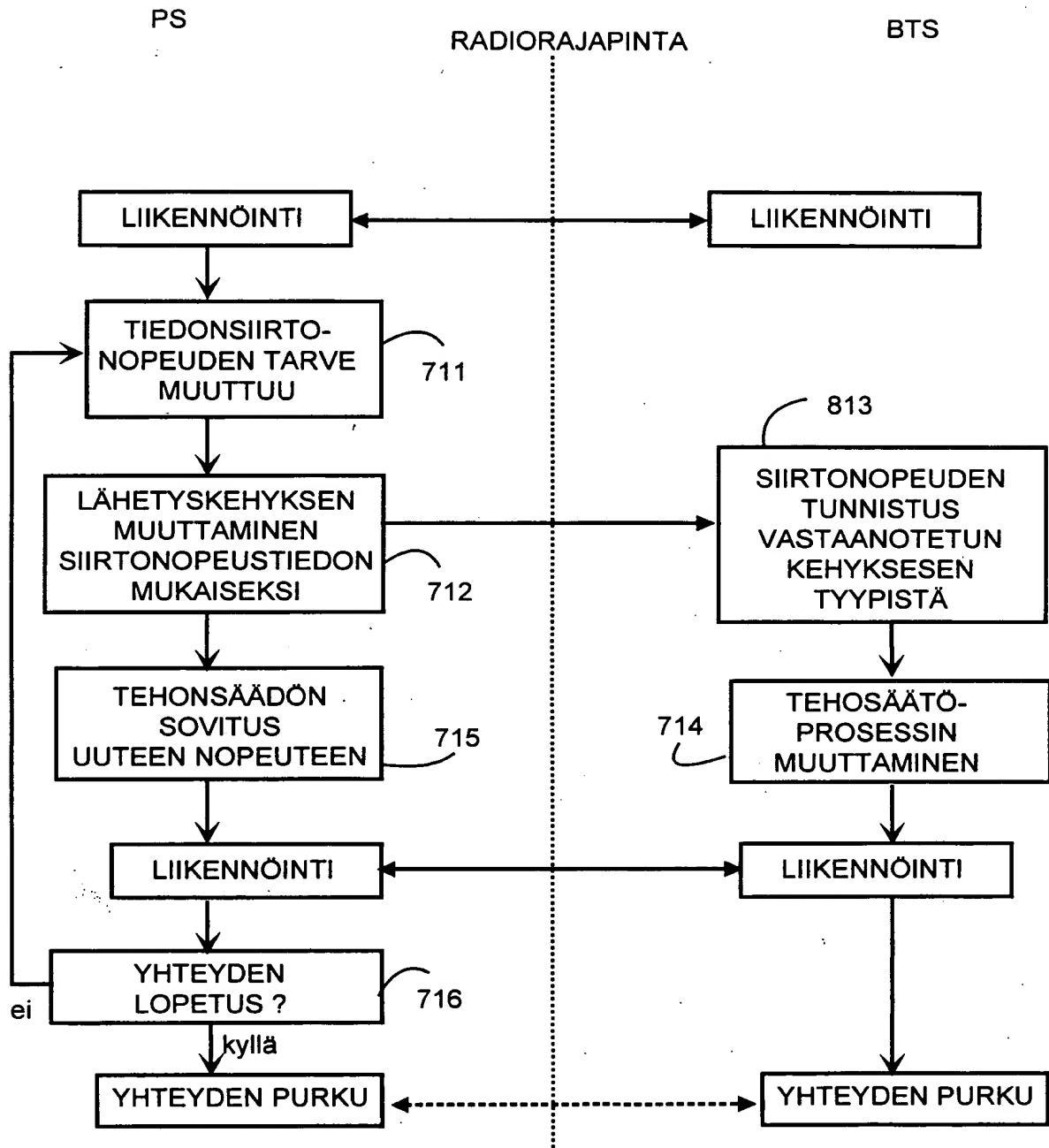


Fig. 8



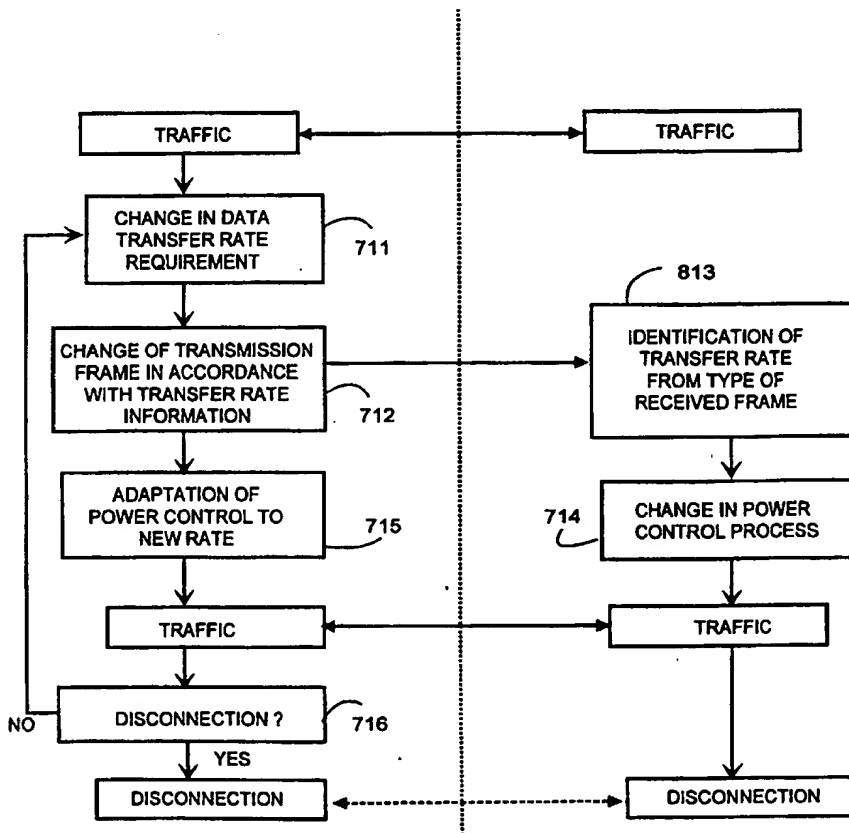
INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification ⁶ : H04B 7/005	A1	(11) International Publication Number: WO 98/36508 (43) International Publication Date: 20 August 1998 (20.08.98)
<p>(21) International Application Number: PCT/FI98/00043</p> <p>(22) International Filing Date: 21 January 1998 (21.01.98)</p> <p>(30) Priority Data: 970293 <i>24 Sep 98 / 20 mo 3</i> 24 January 1997 (24.01.97) FI</p> <p>(71) Applicant (for all designated States except US): NOKIA TELECOMMUNICATIONS OY [FI/FI]; Keilalahdentie 4, FIN-02150 Espoo (FI).</p> <p>(72) Inventors; and (75) Inventors/Applicants (for US only): HÄMÄLÄINEN, Seppo [FI/FI]; Saamimäenkuja 6 B 20, FIN-02670 Espoo (FI). LAPPELÄINEN, Antti [FI/FI]; Vallikuja 4 B 12, FIN-02600 Espoo (FI).</p> <p>(74) Agent: PATENT AGENCY COMPATENT LTD.; Teollisuuskatu 33, P.O. Box 156, FIN-00511 Helsinki (FI).</p>	<p>(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Published With international search report. Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments. In English translation (filed in Finnish).</p>	

(54) Title: POWER CONTROL METHOD OF DISCONTINUOUS TRANSMISSION

(57) Abstract

According to the proposed method, the frequency of power control commands transmitted on a power control channel is changed according to the traffic. When the traffic becomes slower in at least one direction due to a DTX state, a slower transfer rate, asymmetric data transfer or for any other reason, the frequency of power control commands is lowered. Both the base station and the personal station may lower the frequency of the commands which they send. An alternative to changing the frequency of power control commands is to change the energy of power control bits. The duration of power control bits must hereby be extended, if a standard bit error ratio is desired. If the system is frequency-divided and/or time-divided and uses frequency control command of several bits, the length of the command word may be shortened in addition to or as an alternative to the change in frequency. The power control algorithm may be changed several times during a traffic connection.



FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

Power control method of discontinuous transmission

Field of the invention

This invention concerns a system where the transmission power
5 between base station and personal station is controlled during radio
communication. In particular, the invention concerns such a method for use
in cellular networks by which power control commands are sent to the
personal station and from the personal station to the base station.

Background of the invention

It must be possible in all cellular systems to control at least the
transmission power of the personal station for its transmission to arrive at the
base station with a sufficient signal-to-noise ratio irrespective of the distance
between personal station and base station. Power transmission will be
15 explained in the following using the CDMA system (Code Division Multiple
Access) as an example. Figure 1 shows a CDMA forward traffic channel.
This comprises the following code canals: a pilot channel, one
synchronization channel, from one to seven paging channels and no more
than 61 traffic channels. The maximum number is when there is only one
20 paging channel besides the synchronization channel. Each code channel is
orthogonally hashed and thus spread out by using the phase quadrature
couple of the random noise sequence. At the base station several forward
traffic CDMA channels may be used by way of frequency-divided
multiplexing. The structure shown in Figure 1 is presented in Proposed
25 CDMA PCS Standard, Joint Technical Committee (JTC), September 23,
1994. This proposal is also known by the name IS-95. Reference will be
made in the following to a CDMA system according to this standard,
although the invention is suitable for any kind of system.

An unmodulated spread spectrum signal is sent continuously on
30 the pilot channel and it is used for synchronization by the PS (Personal
Stations).

An encoded, interleaved, spread and modulated spread spectrum
signal is sent on the synchronization channel. The personal station uses this
signal for achieving a preliminary time synchronization. The channel bit rate
35 is 1200 bps and the frame duration is 26,666 ms. No sub-channel relaying
power control commands must be included in the synchronization channel.

An encoded, interleaved, spread and modulated spread spectrum signal is sent on the paging channel. The data rate is 9600 or 4800 bps and the frame duration is 20 ms. The base station uses the paging channel for transmit overhead information and personal station specific information. The number of these channels may vary in one CDMA forward traffic channel, however, the maximum number is 7 channels.

The traffic channel is used for transmitting user and signaling information to the PS (Personal Station). The maximum number of simultaneous forward traffic channels supported by one CDMA traffic channel is 63 minus the number of call and synchronization channels operating on one and the same CDMA traffic channel.

The frame structure itself is the same both on the forward traffic channel and on the reverse traffic channel. The information is transmitted as frames, the length of which is 20 ms. The base station and the personal station may send information at a varying data rate. Data transfer rates when using rate set 1 are 9600, 4800, 2400 and 1200 bps respectively while the corresponding frame bit numbers at different rates are 192, 96, 48 and 24 bits respectively. When using rate set 2, data transfer rates are 14400, 7200, 3600 and 1800 bps respectively while the corresponding frame bit numbers are 288, 144, 72 and 36 bits. The frame bits are formed by information bits, frame quality indicator bits and encoder tail bits. The essential thing is that in both directions the structure of the traffic frame is different at different transfer rates, so when identifying the frame structure the transfer rate will also be known.

Such modulation symbols which are transferred at a lower data rate are also transmitted with a lower energy, but although the data rate varies from one frame to another, the symbol modulation rate is kept constant. When entering E_s energy per symbol and E_b energy per information bit, the following Table 1 according to the standard will apply:

30

35

Data rate	Energy per modulation symbol
9600	$E_s = E_b/2$
4800	$E_s = E_b/4$
2400	$E_s = E_b/8$
1200	$E_s = E_b/16$
14400	$E_s = E_b/4$
7200	$E_s = E_b/8$
3600	$E_s = E_b/16$
1800	$E_s = E_b/32$

Table 1

Each forward traffic channel contains a power control sub-channel, which is used for transmitting such power control commands to the personal station during the communication, in response to which the personal station will change its transmission power. The power control channel is described in item 3.1.3.1.8 of the specification proposal.

From its received personal station signal the base station calculates the signal power always with intervals of 1.25 ms, which time corresponds to 16 modulation symbols. Judging by the signal power the base station will command the personal station to increase or decrease the transmission power. Thus a big power control loop is formed, which comprises the personal station, the base station and the two-way radio channel in between. The base station may also control its own transmission power to correspond with the power measurement reports which it receives from the personal station. This is so because the personal station constantly keeps statistics on frame errors and sends the power measurement report regularly or when a certain threshold value is exceeded.

The power control sub-channel is formed in such a way that power control bits are sent constantly among the normal traffic channel bits. The power control bits are repeated cyclically at intervals of 1.25 ms. Hereby the bit rate of the power control channel is 800 bps. Bit 0 means that the personal station must increase its transmission power, and correspondingly bit 1 means a command to lower the transmission power. The bits are located in the frame so that from the completed traffic frame, which is a convolution coded and interleaved frame formed from modulation symbols,

two successive modulation symbols are removed at regular intervals and they are replaced with a power control bit. Thus, the time width of one power control bit is 104.166 ms. The procedure is generally known in the field and it is called symbol puncturing. The puncturing figure shows which symbols are removed from the frame and replaced with power control bits. The power control bit is transmitted with energy E_b .

Having received the power control bit, the personal station will increase or decrease its transmission power in the direction indicated by the bit. The power control bit is considered genuine, if it was received in that 1.25 ms time slot, which is the second time slot counting from the time slot in which the personal station has transmitted. The change of power level is a small step, and the standard determines that one bit changes the power level by 1 dB. A great change of the power level will thus require transmission of several power control bits.

As is done in FDD/TDMA systems, DTX (Discontinuous Transmission) is also used in CDMA systems. In a broader sense, DTX also includes an asymmetric case where information is transferred in one direction only, while acknowledgements are transferred in the opposite direction. An Internet connection is an example of such a situation. Power control commands are sent to the receiving party at a normal frequency even if the party is sending information only occasionally.

It is possible to go over to the DTX state in different ways. Firstly, when the personal station discovers that the data transfer rate which it needs is dropping, it will first send to the base station information on the data rate to be used in the following radio frame and then from the next frame forward it will use the rate which it stated. Secondly, the personal station may change the transfer rate during the connection without further ado. The base station will learn the transfer rate from the frame structure, because, as was said above, when the frame structure is identified the used transfer rate will also be known, since the frame structure varies at different transfer rates.

It is a problem in the presented CDMA system and also in other known CDMA systems that power control commands of one or several bits are always sent at the same standard frequency and energy. Power control is fast so that the transmission power will comply as closely as possible with changes in the radio path. In addition, power control commands are sent both in the forward direction and in the reverse direction at the same

frequency and the power control will thus not be affected by the transfer rate used, by asymmetry of the data transfer or by the fact that either party may be in the DTX state. The outcome is, that in the DTX state and when using a reduced data transfer rate, the power control will use a disproportionately large share of the radio link's capacity.

It is thus an objective of the present invention to bring about a method of power control which adapts to the data transfer situation, releasing radio link capacity for other use in the DTX state and at a reduced data transfer rate.

The objective is achieved with the method defined in the independent claims.

Brief summary of the invention

According to the proposed method, the frequency of power control commands to be sent on a power control channel is changed according to the traffic. When the traffic becomes slower at least in one direction, due to a DTX state, a lower transfer rate, asymmetric data transfer or any other reason, the frequency of power control commands is lowered. Both the base station and the personal station may lower the frequency of the commands they are sending. It is also possible to proceed so that the party with less need to transmit data or with no transmission at all will be sent power control commands only seldom, whereas this same party itself sends power control commands either at a normal frequency, if it receives information at a high rate, or at a lowered frequency, if the reception rate (the other party's transmission rate) is reduced.

An alternative to changing the frequency of power control commands is to change the energy of power control bits. If it is desirable to keep constant the bit error ratio of received power control bits, the duration of the power control bit must be extended, because the receiver must gather energy over a longer time to be able reliably to express the bit. If an increase of the bit error ratio is allowed in reception, the power control bit duration may be kept constant, even though its energy is reduced. It is an advantage of the latter case that no changes need be made in the receiver.

If the system is time-divided and a frequency control command of several bits is used therein, the length of the command word may be shortened in addition to or as an alternative to the change in frequency.

Since lowered power control will not comply so quickly with changing circumstances as power control, it may cause an error in the transmission power of the controlled transmitter. For this reason, any error caused by slower power control may be compensated for by increasing the size of power control steps to be bigger than the size of quick power control steps.

Brief description of the drawings

The invention will be described in greater detail referring to the appended drawings, wherein

- Figure 1 shows radio channels in a CDMA system;
- Figure 2 illustrates known power control;
- Figure 3 shows power control with the reverse channel link in a DTX state;
- Figure 4 shows power control with the forward channel link in a DTX state;
- Figure 5 shows power control in asymmetric transfer;
- Figures 6a-6b show transmission energy as a function of time in different cases;
- Figure 7 is a block diagram of a possible embodiment; and
- Figure 8 is a block diagram of the embodiment.

Detailed description of the invention

Figure 2 shows a traffic connection between a personal station PS and a base transceiver station BTS in a CDMA system. As regards power control commands, data transfer is here in accordance with the known technology, so in the forward channel the base station sends power control commands among a stream of information bits at a standard frequency. For the sake of clarity, the information is here shown by big arrows while the power control commands are shown by small arrows. Correspondingly in the reverse channel, personal station PS sends power control commands among a stream of information bits at a standard frequency. As was explained earlier, in known systems power control commands are sent both on the reverse channel and on the forward channel at a standard frequency irrespective of the information transfer rate or whether any information at all is sent. But in the proposed method the frequency of those power control

commands is reduced which are transmitted to the party which needs less transmission or which does not transmit at all.

Figure 3 shows a case where base transceiver station BTS sends information to a personal station, but the personal station sends no information to the base transceiver station. The reverse channel is hereby in a DTX state. Its information rate is hereby low and the channel's transmission power requirement and, analogously, its reception power are low. Such a situation is very usual when the personal station is in an Internet connection, whereby the main information flow is from the network to the personal station. Since only little information is sent on the reverse channel as the personal station sends upper layer acknowledgements etc. only occasionally, there is no need for any quick control of the personal station's transmission power. For this reason, the frequency of power control commands to be sent to the personal station is reduced according to the invention. This is illustrated in the figures by leaving out every second power control command, whereby small arrows formed by dashed lines show the commands which have been left out. On the other hand, power control commands must be sent frequently on the reverse channel, e.g. at the normal frequency of the system, because the personal station must control the transmission of the base station which sends much information.

Figure 4 shows a case where the personal station sends information to base transceiver station BTS, but the base station sends no information to the personal station. The forward channel is hereby in a DTX state. Such a situation is very usual when the personal station sends a fax or files towards the network. According to the invention, the frequency is now reduced as regards the power control commands to be sent on the reverse channel to the base station. This is illustrated in the figure by leaving out every second power control command, whereby the commands which have been left out are indicated by small arrows formed by dashed lines. On the other hand, power control commands are sent frequently on the forward channel e.g. at the system's normal frequency, because the base station must control the transmission of the personal station which is sending much information.

The cases illustrated above concern a case where the reverse channel or the forward channel is in a DTX state. The method can be used as well in a case where data transfer is asymmetric in such a way that there

is transfer in both directions, but the rate is higher in one direction than in the other direction. The transmission frequency of power control commands is hereby also higher in that link where less information is sent. A case of this type is illustrated in Figure 5. There less information is sent on the reverse channel than on the forward channel, so power control commands are sent at a higher frequency on the reverse channel than on the forward channel.

The method is also well suited for use in data transfer where the transfer rate will change in one direction or in both directions during the communication. The transmission frequency of power control commands sent in one direction is hereby controlled in proportion to the change in data transfer rate in the opposite direction.

Such cases were described above where resources of the radio channel are released by lowering the transmission frequency of power control commands. The same result is achieved also in alternative ways.

One alternative is to shorten the length of the command word in such systems where the command word is formed by several bits. Such systems are time-divided and/or frequency-divided systems.

Another alternative is to control the energy of the individual power control bit. When e.g. changing into a DTX state in one direction, the energy of power control bits to be sent in the opposite direction is lowered. If it is desirable to keep the bit error ratio of received power control bits constant, the duration of the power control bits must be extended, since the receiver must collect energy over a longer time to be able reliably to express the bit. Bit duration is extended by sending it in several parts. This alternative is especially advantageous in a system according to Proposed CDMA PCS Standard, Joint Technical Committee (JTC), since no changes need be made in the transmitter, but the necessary changes are limited to the power control algorithm. If an increase of the bit error ratio is allowed in reception, the duration of power control bits may be kept constant, even though its energy is reduced. This case has the advantage that no changes need be made in the receiver.

Figures 6a-6c illustrate ways of implementation of the proposed method. These illustrate transmission energy as a function of time. Figure 6a shows a state-of-the-art method where power control commands are sent at a standard frequency in a flow of information and with the same energy E_b with which information symbols are transmitted.

Figure 6b shows an embodiment of the method according to the invention where the transmission frequency of power control commands has been lowered, but their transmission energy E_b is the same as with the information.

5 Figure 6c shows an embodiment where the energy of power control bits has been reduced to be lower than the transmission energy E_b of information symbols. The duration of power control bits is hereby extended by sending the bit, e.g. bit a, in two parts. One power control bit is hereby received during a longer time, so the receiver will thus be able reliably to
10 express the power control bit.

 Figure 7 shows a block diagram of some possible events in personal station PS and in base transceiver station BTS. It is assumed that PS and BTS are first in communication using normal, that is quick power control. When personal station PS notices that its required data transfer rate
15 is falling, step 711, it places in the traffic frame information on the lower data transfer rate it requires and sends the frame over the radio interface to base station BTS, step 712. The information may concern e.g. only the transmission of the personal station, that is, the reverse channel, its reception, that is, the forward channel, or the information may concern both directions.
20 Thus the information may tell that nothing will be sent on the reverse channel for the time being, whereby the personal station is in a DTX state on this channel.

 The base station separates the information on the new transfer rate from the frame it has received, step 713, and changes its power control
25 process in accordance with the changed transfer rate, step 714. In the case of a DTX state on the reverse channel it would transmit power control commands scarcely, with reduced energy or it would shorten the length of the command word. Before this, the personal station has adapted its own power control to comply with the changed data transfer rate, so it is able
30 correctly to pick up power control commands from the frames it receives. Likewise, it is able to transmit power control commands to the base station in the manner according to the invention which complies with the transmission rate of the base station.

 The data transfer rate may remain the same until the end of the
35 communication or it may be changed again, step 716. The latter case means returning to step 711 from which progress is as described. It is thus possible

again to begin using a normal data transfer rate or any other lowered rate or to disconnect. A dashed line shows signaling between PS and BTS which may be required when disconnecting.

Figure 8 shows the same main features as Figure 7, but adapted to a system according to standard proposal IS-95. The difference is that since according to this standard the structure of the traffic frame is different at different transfer rates, the personal station need not separately notify of the changed transfer rate. Without further ado, it begins using a frame structure in accordance with the new transfer rate, step 812. From the received frame structure the base station identifies the new transfer rate, step 813, and changes its power control to be in accordance with the invention, step 714. The personal station has also changed its own power control, step 714, so the operation may continue using the method according to the invention. During the communication the power control may again be changed or this changed power control may be used until disconnection, as was described in connection with Figure 7.

It was proposed in connection with Figures 7 and 8 that the personal station originates the change, but the base station may be the originator as well and it may inform the personal station of the new rates, whereby both will change their power control algorithms according to the new situation. It is also possible that the personal station and the network negotiate before the operation begins or that they agree on rates during the operation and having reached an agreement they will set their power control algorithms accordingly.

When the frequency or energy of power control commands is calculated in accordance with the proposed method, the requirement of the link E_b/N_0 (energy of received signal/energy of noise) will grow compared to a case where power control commands are sent at a high frequency. This is so because a slower power control is not able to follow all signal changes. However, the increase in the E_b/N_0 requirement is very small and the system may be dimensioned so that despite the said increase a total benefit is achieved. It should also be noted that since the reception power required by the DTX connection is significantly smaller than the reception power of active users, minor errors caused by slower power control are not significant. Besides, errors can be compensated for by increasing the change of the transmitter power step which is caused by the power control command.

The proposed method can be embodied in many ways keeping within the definitions of the claims. For example, it is possible that only the base station changes the power control frequency or the energy of the power control bits which it sends while the personal station always functions in the same way. The invention can then be easily embodied in an IS-95 system. Some personal stations may be equipped with characteristics according to the invention and those which have quick power control according to the specification will operate in a normal manner even though power control commands arrive at a lower frequency. The personal stations simply note that e.g. every second power control command does not arrive.

In some cases the power control frequency or the energy of power control bits may be changed in reverse proportion to the load in the opposite transfer direction. For example, if at some moment most operation takes place on the forward channel, that is, from base station to personal station, and there is only slight traffic on the reverse channel, the power control frequency on the reverse channel can be kept low. The situation is such e.g. if five personal stations receive information from the network at the same time while only one transmits in the direction of the network.

Claims

1. Method of controlling the transmission power used in a digital radio link in a system where a base station and a personal station are parties to the radio connection and during operation between them either party may send a power control command, which will change the transmission power of the other party,
- characterized in that
- when the transmission rate of the first party changes it will inform the second party of the new rate,
- in response to the message the second party changes the power control command to be sent to the first party to be in accordance with the new rate,
- the first party changes the reception of its own power control command to be in accordance with the new rate.
2. Method as defined in claim 1, characterized in that when the transfer rate of the second party changes:
- the first party will change the power control command to be sent to the second party,
- the second party will change the reception of its own power control command.
3. Method as defined in claim 1, characterized in that the power control command is formed of power control commands and when the transmission rate of the first party becomes slower the second party will lower the frequency of power control commands to be sent to the first party and, correspondingly, when the transmission rate becomes higher, the second party will increase the frequency of power control commands.
4. Method as defined in claim 1, characterized in that the power control command is formed of power control commands of several bits and when the transmission rate of the first party is lowered, the second party will shorten the length of the power control command and, correspondingly, when the transmission rate becomes higher the second party will extend the length of the power control command.
5. Method as defined in claim 1, characterized in that the power control command is formed of power control commands and when the transmission rate of the first party is lowered, the second party will lower the energy of power control commands to be sent to the first party and,

correspondingly, when the transmission rate of the first party becomes higher, the second party will increase the energy of power control commands.

5 6. Method as defined in claim 1, characterized in that the change in transmission rate of the first party is declared in a field of the transmission frame reserved for this purpose.

10 7. Method as defined in claim 1, characterized in that in such a system where there is an individual transmission frame for each transfer rate, a change in transmission rate of the first party is declared by changing the structure of the transmission frame directly to correspond with the new transfer rate.

15 8. Method as defined in claim 1 or 2, characterized in that the power control command has a quick state and a slow state, of which the slow state is used when the transmission of the commanded party is in a DTX state.

20 9. Method as defined in claim 1 or 2, characterized in that the power control command has several states, whereby when the transmission rate of a party changes, the opposite party will send the power control command in one of these states.

20 10. Method as defined in claim 1 or 2, characterized in that when the power control command changes, the size of the transmitter's power control step is also changed.

25 11. Method as defined in claim 1 or 2, characterized in that the power control command in one direction is changed in reverse proportion to the load of the opposite transfer direction.

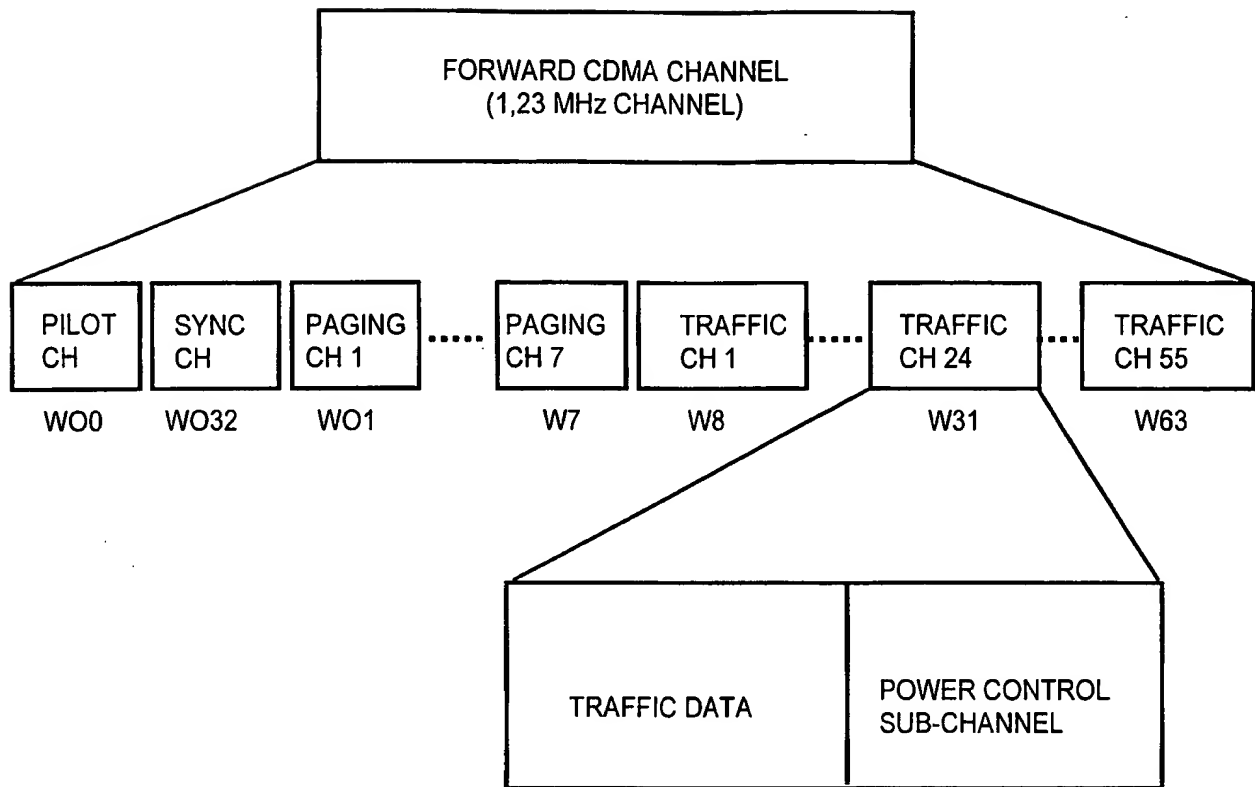


Fig. 1

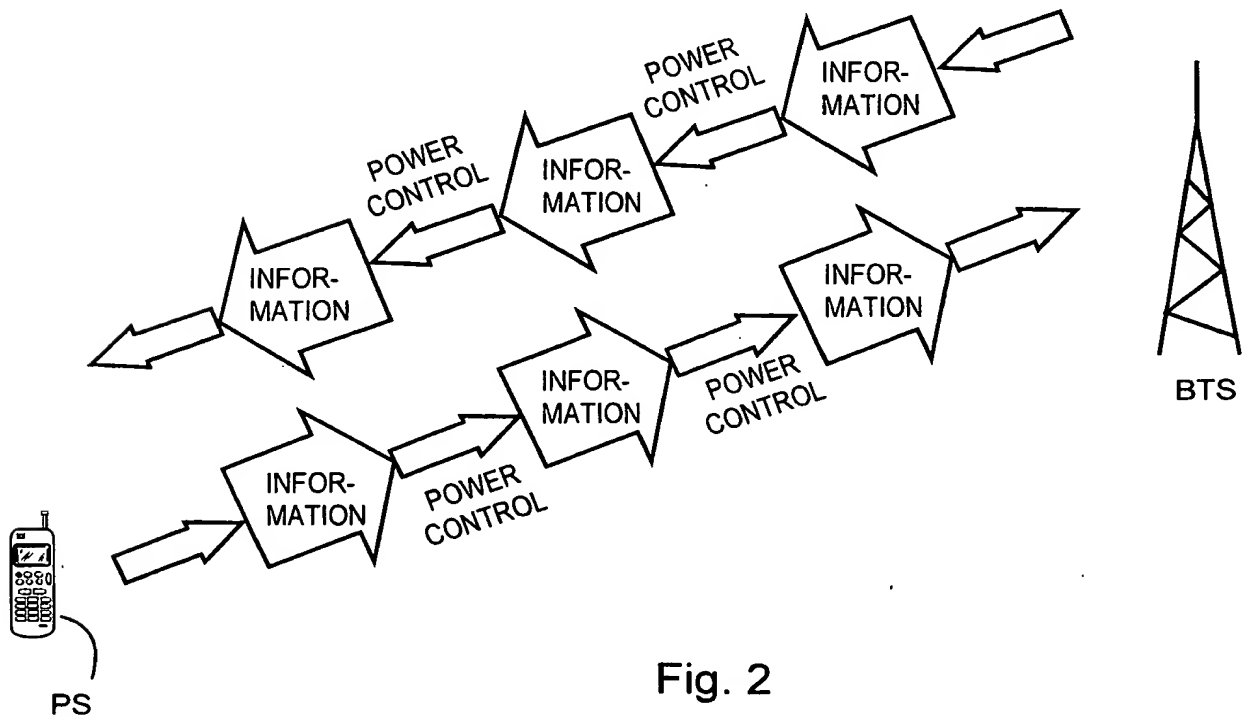


Fig. 2

2/5

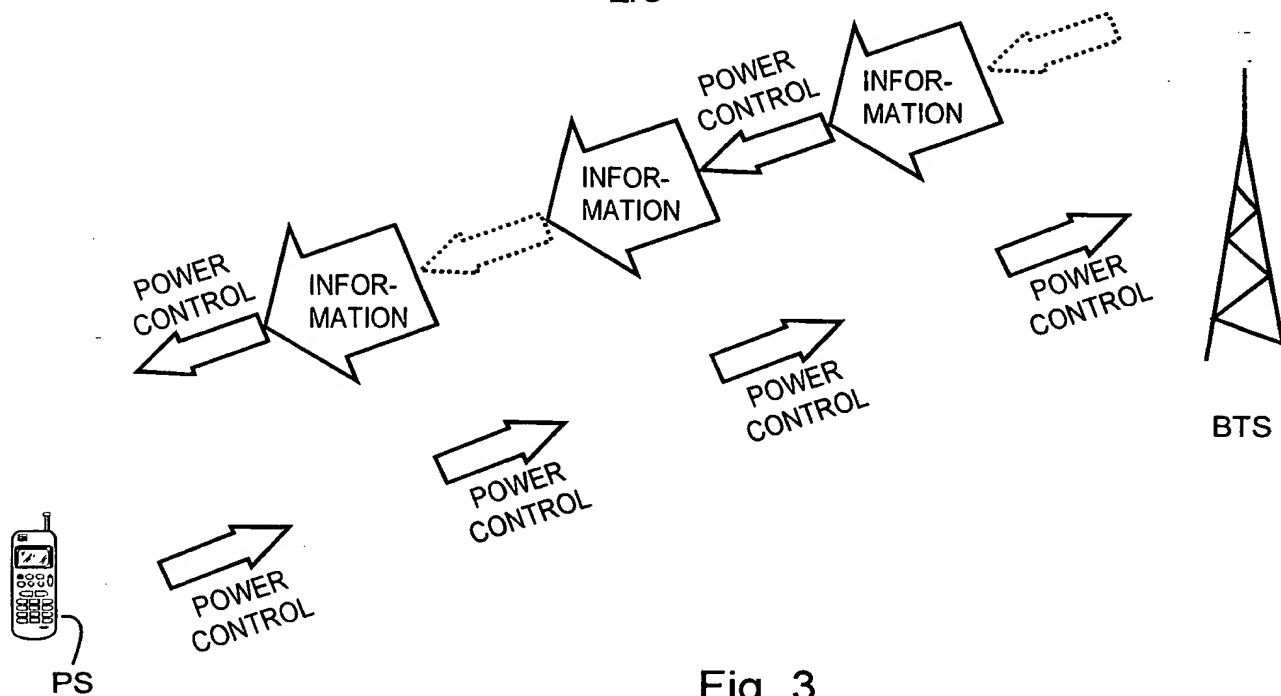


Fig. 3

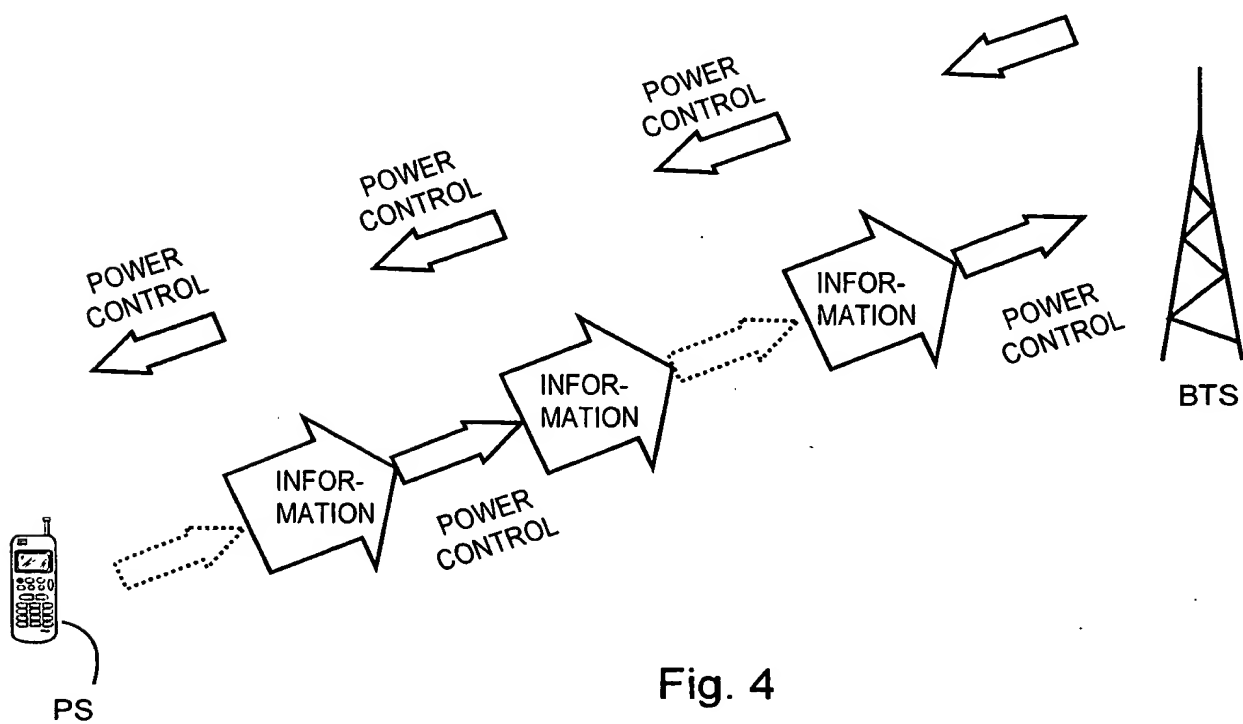


Fig. 4

3/5

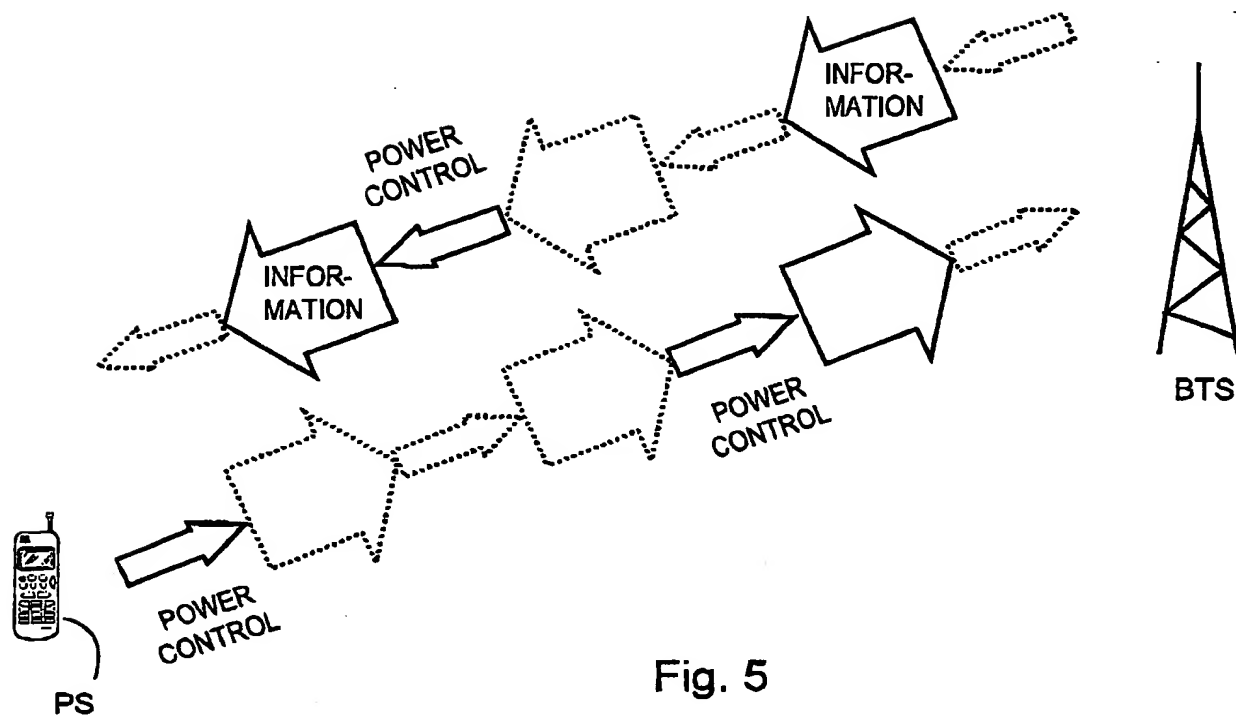


Fig. 5

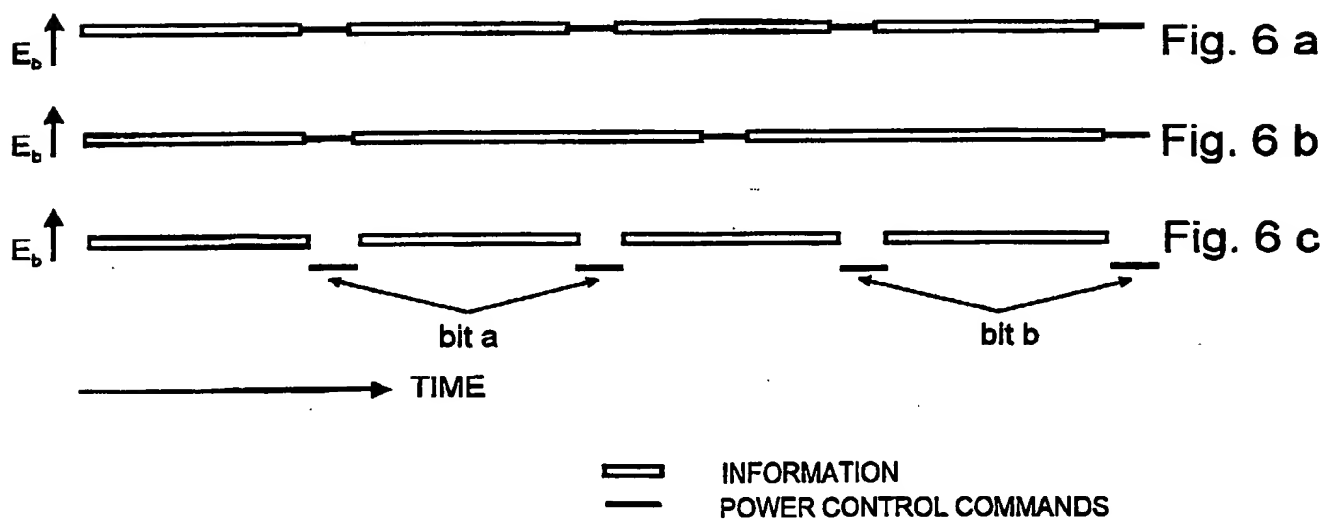


Fig. 6

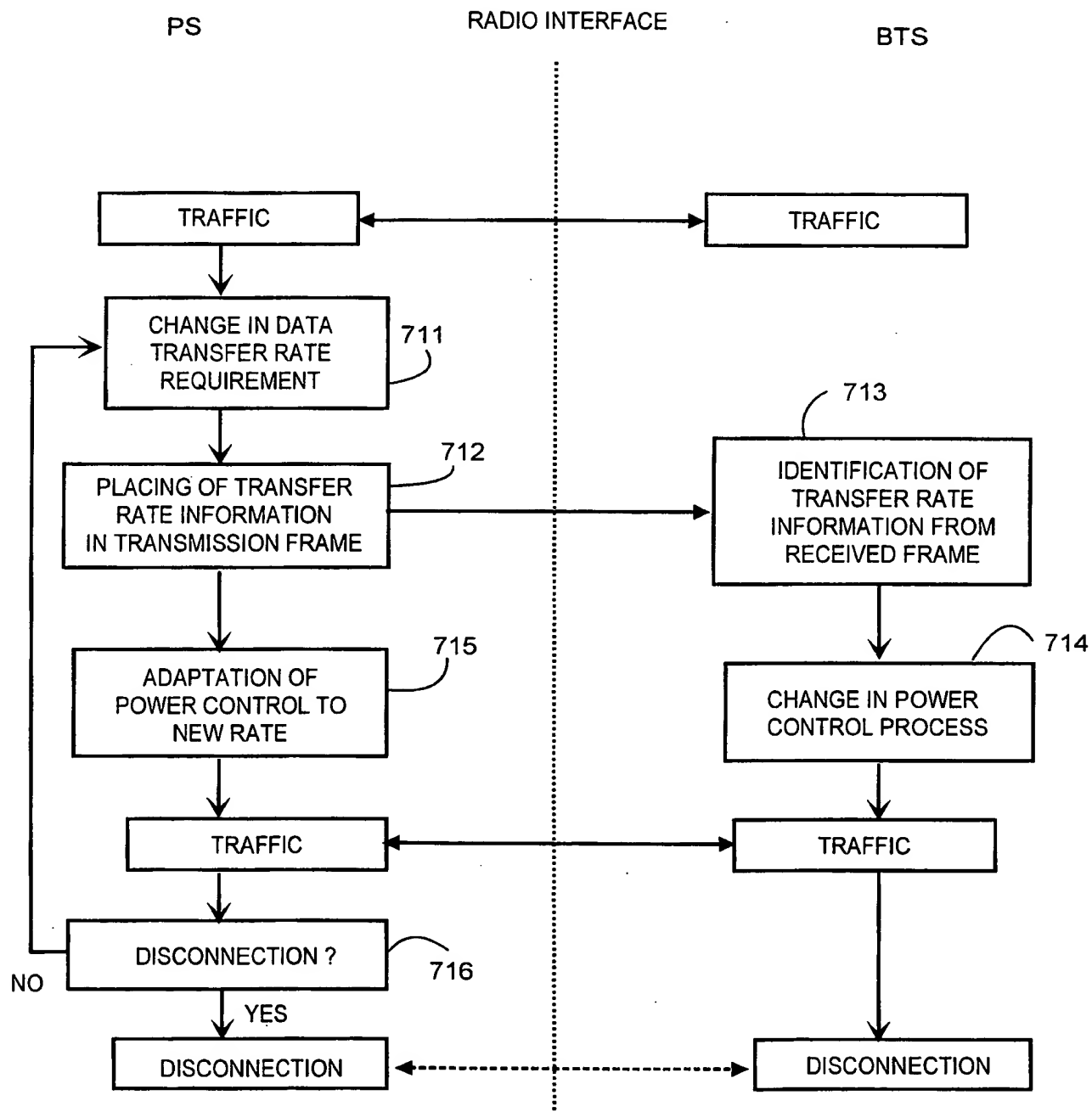


Fig. 7

5/5

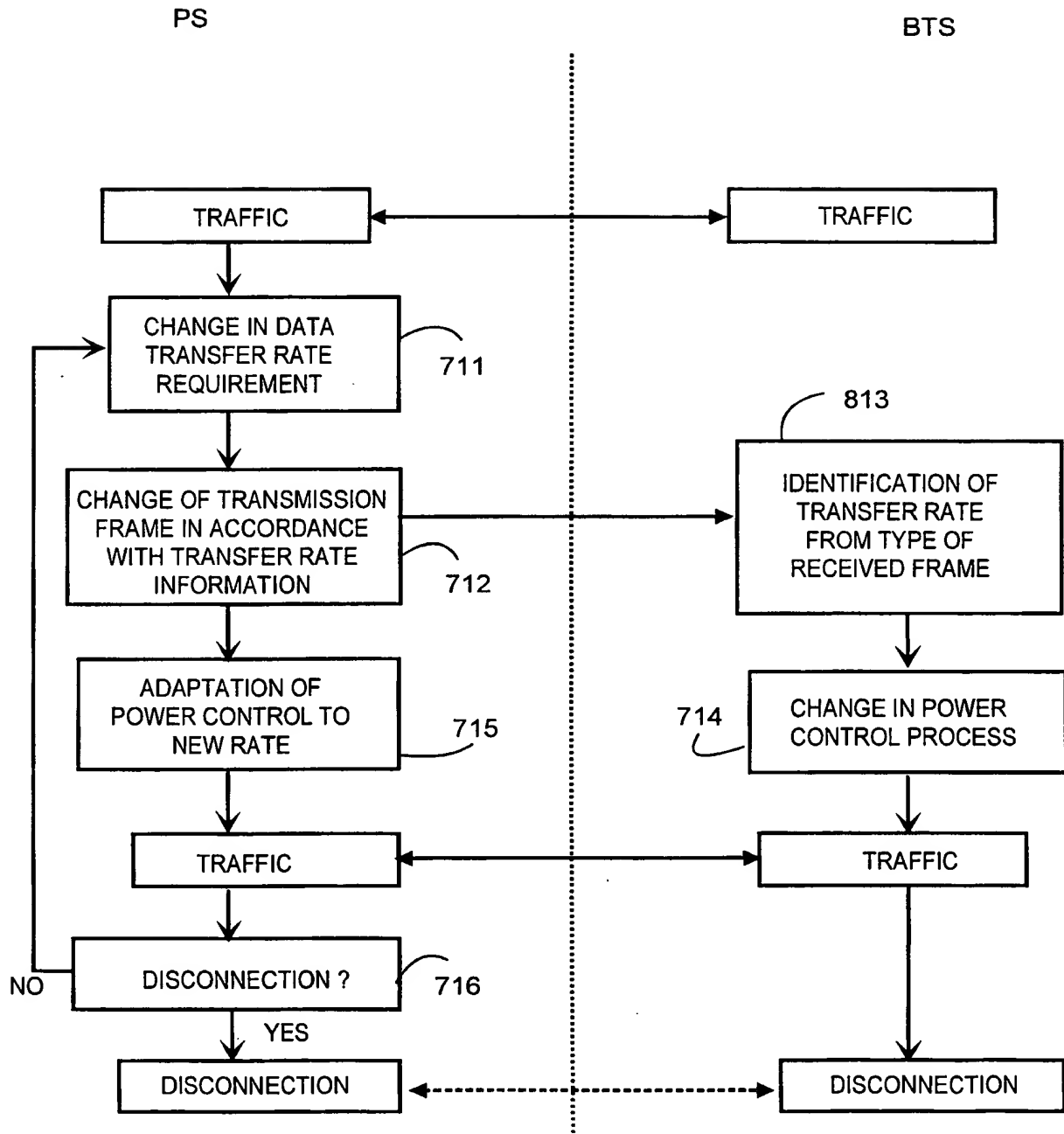


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI 98/00043

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: H04B 7/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, JAPIO

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	EP 0802638 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 22 October 1997 (22.10.97), column 1, line 50 - column 2, line 14, figure 3 --	1
A	WO 9603813 A1 (QUALCOMM INCORPORATED), 8 February 1996 (08.02.96), abstract --	1
A	WO 9107037 A1 (QUALCOMM, INC.), 16 May 1991 (16.05.91), abstract -- -----	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 June 1998

Date of mailing of the international search report

02 -07- 1998

Name and mailing address of the ISA/
Swedish Patent Office
Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM
Facsimile No. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Viktor Skoog

Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FI 98/00043

Patent document cited in search report			Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP	0802638	A2	22/10/97	JP	10041885 A	13/02/98
WO	9603813	A1	08/02/96	AU	3003195 A	22/02/96
				CA	2195984 A	08/02/96
				EP	0774179 A	21/05/97
				FI	970319 A	13/03/97
				IL	114703 D	00/00/00
				JP	10503337 T	24/03/98
				US	5604730 A	18/02/97
				ZA	9505843 A	15/03/96
WO	9107037	A1	16/05/91	AT	163822 T	15/03/98
				AU	646001 B	03/02/94
				AU	6728390 A	31/05/91
				CA	2072989 A	08/05/91
				CN	1025402 B	06/07/94
				CN	1053870 A	14/08/91
				CN	1090107 A	27/07/94
				DE	69032105 D	00/00/00
				EP	0500689 A,B	02/09/92
				SE	0500689 T3	
				FI	922083 A	07/05/92
				IL	96218 A	27/02/94
				JP	4502841 T	21/05/92
				MX	172367 B	14/12/93
				US	5056109 A	08/10/91
				US	5257283 A	26/10/93
				US	5265119 A	23/11/93
				US	5267262 A	30/11/93
				US	5485486 A	16/01/96